

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2011

Bc. Jitka Vacková

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta

Studijní program: N 6208 Ekonomika a management
Studijní obor: Podniková ekonomika

Srovnání investiční výhodnosti zemědělské a odpadové fermentační stanice.

**Comparing of investment advantageousness between agricultural and waste
fermentation plant.**

DP-EF-KPE-2011

Bc. Jitka Vacková

Vedoucí práce: Zbránková Magdalena, Ing. Ph.D. – KPE
Konzultant: Ing. Petr Novotný, ČSOP Křižánky

Počet stran:

Počet příloh:

Datum odevzdání: 6. 5. 2011

PROHLÁŠENÍ

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – Školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat náhradu nákladů, které vynaložili na vytvoření díla a i do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, 5. 5. 2011

Anotace

Tato práce je zaměřena na porovnání investiční výhodnosti mezi odpadovou a zemědělskou bioplynovou stanicí. Popisuje procesy odehrávající se uvnitř bioplynové stanice, porovnává shody a rozdíly mezi jednotlivými typy a ukazuje, kde jsou tyto typy stanic využívány a proč. Uvádí se v ní také požadavky na finanční zabezpečení fungování jednotlivých typů stanic, na možnosti jejich financování a na investiční návratnost. Vzájemné porovnání umožňuje získat přehled, zda a nakolik je ten který typ vhodný pro investování.

Klíčová slova

- Bioodpad
- Bioplyn
- Bioplynová stanice
- Fermentace
- Reaktor

Annotation

This work is based on explanation if it is more profitable to invest to the agricultural biogas station or waste biogas station. It describes the processes inside of the station, what is necessary to have for normal operating and the comparison between these two types of stations. Important part consists of possibilities of the financial help, comparison of pros and cons of profit from each station and it also shows the places where each type of the station should be used.

Keywords

- Biogas
- Biogas station
- Biowaste
- Fermentation
- Reactor

Obsah

Obsah.....	6
Použité zkratky	10
Úvod	11
1. Fermentační stanice v teorii a v praxi	12
1.1 Stručná historie provozu fermentačních stanic	12
1.2 Základní pojmy	13
1.2.1 Bioodpad	13
1.2.2 Fermentace	13
1.2.3 Anaerobní digesce	14
1.2.4 Bioplyn	14
1.2.6 Digestát.....	14
1.2.7 Bioplynové stanice	15
1.2.8 Kogenerační jednotka.....	15
1.3 Anaerobní fermentace	16
1.3.1 Průběh anaerobní fermentace	16
1.3.2 Podmínky k uskutečnění anaerobní fermentace	17
1.3.3 Produkty anaerobní fermentace.....	18
1.3.4 Hlavní důvody využívání anaerobní digesce	18
1.4 Vlivy působící na proces anaerobní fermentace.....	19
1.4.1 Vliv teploty.....	19
1.4.2 Vliv reakce prostředí - pH.	20
1.4.3 Přítomnost nutrientů.....	20
1.4.4 Přítomnost toxických a inhibujících látek.	20
1.4.5 Vliv technologických faktorů.....	21
1.4.6 Zapracování bioplynového reaktoru.....	21
1.5 Model fermentační stanice	21

1.5.1 Druhy použitelné biomasy	23
1.5.2. Možnosti využití koncových produktů fermentace	24
2. Využití fermentační stanice v zemědělství.....	26
2.1 Charakteristika zemědělské fermentační stanice (ZFS)	26
2.1.1 Výhody ZFS	26
2.1.2 Nevýhody ZFS	27
2.2 Druhy zemědělských fermentačních stanic	27
2.2.1 Malé bioplynové stanice.....	27
2.2.2 Technické řešení malých bioplynových stanic.....	28
2.2.3 Centralizované bioplynové stanice.....	30
2.3 Deset pravidel pro výstavbu ZFS	32
2.3.1 Precizní příprava projektů	32
2.3.2 Dostatek kvalitních surovin.....	32
2.3.3 Výtěžnost.....	33
2.3.4 Spolupráce s místní samosprávou	33
2.3.5 Spolehlivá a ověřená technologie.....	33
2.3.6 Optimalizace investičních nákladů.....	33
2.3.7 Volba kogenerační jednotky.....	34
2.3.8 Využití odpadního	34
2.3.9 Nakládání s	34
2.3.10 Další možnosti využití.....	34
2.4 Ekonomická analýza výstavby ZFS	34
2.3.1 Posouzení vhodnosti zpracovávaného materiálu.....	35
2.3.2 Uplatnění BPS	36
2.3.2 Omezující faktory.....	37
2.3.3 Reálný potenciál	38
2.5 Některé ze zemědělských BPS v České republice	39

2.5.1 BPS Budišov	39
2.5.2 BPS Klučenice.....	39
3. Odpadová fermentační stanice	42
3.1 Příčiny vzniku odpadové fermentační stanice.....	42
3.2 Charakteristika odpadové BSP	43
3.3 Průběh anaerobní digesce v odpadové BSP	44
3.3.1 Mokrá anaerobní fermentace.....	45
3.3.2 Suchá anaerobní fermentace.....	47
3.4 Bioplynové stanice v České republice.....	48
3.4.1 BPS Kněžice.....	49
3.4.2 BPS Úpice	52
3.4.3 BPS Vysoké Mýto	54
3.4.4 BPS Příbyšice	55
4. Rozhodování o investicích	57
4.1 Druhy investic	57
4.2 Faktory ovlivňující rozhodování o investicích do zemědělské BSP	59
4.1.1 Specifikace odpadu (substrátu) pro zemědělskou bioplynovou stanici	59
4.1.2 Údaje o vstupech	60
4.1.3 Předpokládané využití bioplynu	60
4.1.4 Předpokládané nakládání s fermentovanou surovinou.....	60
4.1.5 Možnosti využití stávajících zařízení	61
4.2.6 Výhody při investování do zemědělské BSP	63
4.3 Ekonomika bioplynových stanic pro zpracování BRO	64
4.3.1 Investiční náklady	65
4.3.2 Příjmy z provozu	66
4.3.3 Provozní náklady	66
4.3.4 Časté obavy - fakta a argumenty	68

4.4 Možnosti financování	69
4.4.1 Dotace z ministerstev a strukturálních fondů EU.....	69
4.4.2 Půjčka prostřednictvím bankovního sektoru	70
4.5 Analýza trhu	73
4.5.1 Analýza trhu, odhad poptávky, marketingová strategie	73
4.5.2 Zajištěné suroviny	74
4.5.3 Analýza rizik	75
4.5.4 Předpoklady.....	75
4.6 Porovnání investiční výhodnosti pro zemědělskou a odpadovou BPS	75
4.6.1 Porovnání investic z různých hledisek	75
4.6.2 Ekonomická efektivnost	80
4.6.3 Shrnutí	81
4.7 Současný stav a možnosti rozvoje BPS v ČR	82
5. Závěr.....	84

Použité zkratky

BPS – Bioplynová stanice

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

BRO – biologicky rozložitelný odpad

ČOV – Čistírna odpadních vod

ČR – Česká republika

EIA – vyhodnocení vlivů na životní prostředí

EP – Evropský parlament

ERU – Energetický regulační úřad

ES – Evropské společenství

EU – Evropská Unie

IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control (Integrovaná ochrana a kontrola znečištění)

KB - Komerční banka

MŽV – Ministerstvo životního prostředí

OZE – Obnovitelné zdroje energie

SKO – směsný komunální odpad

TTP – trvalé travní porosty

VŽP – vedlejší živočišné produkty

Úvod

Termín bioplyn se stal v současné době velmi používaným, zejména v souvislosti se zjištěním, že dosud používané zdroje energie mohou být v blízké budoucnosti vyčerpány. Odborníci začali obracet svůj pohled k dříve opomíjeným aspektům lidské existence – odpadům a dosud nevyužívaným zemědělským produktům. Každá surovina, byť je vyprodukována jako odpadní, dostala v posledních desetiletích určitou hodnotu a je s ní nakládáno jako s možným zdrojem energie, čímž je podpořen přirozený proces cirkulace surovin a jejich recyklace.

Právě (bio)odpad tvoří základní zdroj, z něhož může vzniknout bioplyn. Množství lidmi vyprodukovaného odpadu stále narůstá, a způsob jeho zpracování se zdá být klíčovým pro samotné pokračování lidské existence na této planetě. Lidstvo se muselo naučit tyto odpady třídit, a co nejvíce jich opět využít v mnoha oblastech. Jedním z možných řešení je investice do fermentační stanice, která dokáže zpracovat určité druhy odpadů či zemědělských produktů na užitečnou energii. Dále se však nabízí otázka, jak s touto energií naložit.

V této práci se pokouším analyzovat výhodnost investic do zemědělské a odpadové fermentační stanice. Návratnost investic se odvíjí od několika faktorů, které ve své práci uvádím. Popisuji rozdíly mezi jednotlivými druhy fermentačních stanic, vstupní suroviny nezbytné pro fermentaci, průběh a žádoucí výsledek. Při posuzování, zda je vhodné v daných podmínkách do fermentační stanice investovat, zohledňuji zejména polohu a dostupnost vstupních materiálů. Na několika příkladech fermentačních stanic v České republice také ukazuji, jak lze účelně navrhnout takovou stanici a jaké jsou její dopady na prostředí a na fungování celého systému.

1. Fermentační stanice v teorii a v praxi

Základem každé bioplynové stanice je reaktor, umožňující proces fermentace. Při zakládání stanice jsou tyto reaktory většinou dodávány jako celek, avšak bez znalosti fermentačního procesu se jeho provozovatelé neobejdou. Správná kombinace všech prvků nezbytných k výrobě bioplynu je důležitá, neboť existuje několik druhů fermentačních stanic, založených na trochu odlišném principu, jejichž jednotlivé součásti se nedají kombinovat. Profesionálně sestavená stanice se pozná zejména podle výkonu, který podává.

1.1 Stručná historie provozu fermentačních stanic

Ačkoliv se může zdát, že fermentační stanice se začaly na českém území používat teprve v posledních letech, faktem je, že nejstarší stanice podobného typu u nás se nachází v Třeboni. (viz Příloha 1 a 2) ČOV Třeboň zpracovává kejdu prasat společně s městskými odpadními vodami. [1] Vlastníkem a provozovatelem celé stanice je firma R.A.B. spol. s r.o. Třeboň. Do provozu byla ČOV uvedena v r. 1974, pořizovací náklady v té době činily 24 mil. Kč. Čistírna byla postavena jako mechanicko-biologická čistírna pro společné čištění kejdy a odpadních vod z města Třeboň (18 tis. ekvivalentních obyvatel). Producentem kejdy je velkovýkrmna Gigant, dříve činil počet chovaných zvířat 30 tis. ks, dnes se stav snížil na 19 tis. ks. Z důvodu zvyšujících se požadavků na kvalitu odtoku byla čistírna rozšířena o druhý aerobní stupeň, který tvoří aktivační a dosazovací nádrž doplněná kaskádou čtyř biologických rybníků o celkové ploše 10 ha.

Po desetileté odmlce následoval větší rozmach nových bioplynových stanic na počátku 21.století. V prvních měsících roku 2008 bylo na našem území v provozu asi 23 bioplynových stanic [2], z nichž převážná většina zpracovává bioodpady ze zemědělství. Kromě výše uvedené stanice v Třeboni se další stanice nacházejí například v Kroměříži, Velkých Albrechticích, Mimoní, Kladrubech nebo Trhovém Štěpánově. České sdružení pro biomasu odhaduje reálný potenciál počtu bioplynových stanic v ČR na 400 zařízení do roku 2015.

Z evropských zemí má nejvíce zkušeností s bioplynovou technologií Německo, kde je v současné době v provozu přes 3500 fermentačních zařízení především komunálního charakteru.[1] Pokročilý systém vypracovali také dánští odborníci, kteří se zaměřili na tzv. centralizované bioplynové stanice. Místní environmentalistiku podpořili zajištěním svozu odpadu z okolních oblastí každé stanice a také samotné stanice jsou umístovány tím

způsobem, aby se jejich svozové zóny nepřekrývaly. Ve Švédsku pak našli další využití pro bioplyn - kromě vytápění a výroby elektrické energie se využívá i pro pohon vozidel. Nedávno zde byl dokonce zprovozněn první vlak na světě poháněný bioplynem.

Obecně vzato „bioplynové fermentační stanice (BPFS) historicky vznikaly v areálech čistíren odpadních vod, kde bioplyn vyhřívá kaly, dále u skládek, kde šlo především o likvidaci škodlivého plynu a částečně se využívalo i odpadní teplo.“ [3] V 90. letech se po celé Evropě postavilo jen několik málo dalších stanic, a po zhruba desetileté stagnaci došlo k většímu rozvoji po roce 2005, v Čechách zejména v důsledku aplikace zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů a podpory ze strukturálních fondů EU. [3] V mnoha zemích EU přispěla ke vzniku dalších desítek nových projektů mimo jiné i výroba elektřiny za garantovanou cenu a s podmínkou povinného výkupu vyrobené energie, což výrobcům zaručuje pravidelný odběr energie.

Budoucnost bioplynových stanic závisí nejen na podpoře ze stran vlád jednotlivých států EU a dalších subjektů, ale také na reakci dosavadních dodavatelů plynu. Ti mohou často ztížit či zcela zamezit jejich rozvoji, z obavy, aby nepřišli o vlastní monopol, který jim zaručuje určitá práva a výsady. Neustálé zdokonalování bioplynových stanic, včetně snahy o snížení nákladů na jejich pořízení a provoz, může v blízké době přinést velké ekonomické a hospodářské změny nejen pro státy EU.

1.2 Základní pojmy

Fermentační proces bioplynových stanic je velmi komplexní systém, skládající se z mnoha drobných částí. Níže uvádím pojmy, používané při jejich popisu.

1.2.1 Bioodpad

Bioodpad je tvořen biologicky rozložitelnou hmotou, která vzniká např. údržbou veřejné zeleně, čištěním odpadních vod, sekáním trávy, sběrem listí a spadaného ovoce, a také při přípravě pokrmů (zbytky jídel, ovoce a zeleniny). Vzniká v každé domácnosti či firmě, a jeho správné třídění představuje základní kámen pro jeho následné použití ve fermentačních stanicích na bioodpad.

1.2.2 Fermentace

Fermentací je označován rozklad organické hmoty prostřednictvím bakterií za nepřístupu kyslíku, který vede k vývinu bioplynu. [4] Může probíhat na různých místech, například při

výrobě čaje. V bioplynových stanicích však probíhá specifický druh tohoto procesu – anaerobní fermentace, případně anaerobní digesce.

1.2.3 Anaerobní digesce

je řízený proces rozkladu organických látek bez přístupu vzduchu, jehož koncovými produkty jsou bioplyn a nerozložený zbytek, tzv. digestát. Proces anaerobní digesce je též nazýván metanová fermentace nebo metanizace. [5, str.4] Anaerobní rozklad organických látek probíhá v několika etapách fázích: hydrolýze, acidogenezi, acetogenezi a metanogenezi. Poslední fáze je nejdůležitější, neboť v ní acetotrofní metanující bakterie rozkládají kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý a hydrotrofní metanogenní bakterie produkují metan z vodíku a oxidu uhličitého. (Tento proces blíže vysvětluji v následující kapitole). V popsáném fermentačním řetězci se fermentační produkt mikroorganismů z předcházející fáze stává substrátem pro mikroorganismy v následující fázi. Optimální životní podmínky pro skupiny mikroorganismů v jednotlivých fázích (pH, nutrienty, teplota, toxické látky) jsou značně odlišné a odlišná je i jejich generační doba. Nejnáročnější jsou mikroorganismy metanogenní.

1.2.4 Bioplyn

Bioplyn je směs plynů obsahující 55 – 75 obj. % metanu a 23 – 43 % oxidu uhličitého a cca 2 % vodíku. [5, str.4] Další plynné látky obsažené v bioplynu ve stopových koncentracích jsou sirovodík a další sirné a dusíkaté sloučeniny (merkaptany, amidy). Tyto stopové plyny jsou příčinou možného zápachu bioplynu. Výhřevnost bioplynu o obsahu 60 % metanu představuje 25 MJ, což odpovídá cca 6,2 kWh.

1.2.5 Skládkový plyn

Tento plyn má obdobné vlastnosti jako bioplyn, avšak získává se odplyněním skládek komunálních odpadů. I přesto, že probíhají výzkumy a pokusy o jeho využití k výrobě bioenergie či biopaliva, má jeho vznik a působení spíše negativní dopad na okolí, v němž se nachází.

1.2.6 Digestát

Digestát je fermentovaný zbytek z provozu bioplynové stanice. Je ho možné rozdělit na tuhou složku – separát a na tekutý fugát. Fermentační zbytek ze stabilizačních fermentorů na kalových hospodářstvích ČOV je nazýván čistírenský kal a jeho aplikace na půdu je dána zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech a vyhláškou č. 382/2001 Sb., která stanovuje technické podmínky použití upravených čistírenských kalů na zemědělské půdě. [5, str.4] Digestáty z

BPS zpracovávajících odpady v případě, že vyhovují limitům obsahu cizorodých látek, zejména těžkých kovů, mohou být použity jako organické hnojivo na zemědělské půdě na základě předpisů legislativy hnojiv nebo mohou být dále použity jako rekultivační digestát na nezemědělské půdě podle vyhlášky č. 341/2008 Sb. [6], o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. Tuhé digestáty mohou být též následně kompostovány nebo upravovány na pěstební substráty. Fugát po odvodnění digestátu může být částečně recyklován v provozu BPS nebo vypouštěn na ČOV, nikoliv do vodotečí.

1.2.7 Bioplynové stanice

Bioplynové stanice (BPS) jsou zařízení pro řízenou anaerobní fermentaci organických látek. [5, str.4] Dle zpracovávaných surovin lze BPS rozdělit na

- zemědělské (statková hnojiva a zemědělská biomasa),
- čistírenské (kaly z ČOV),
- ostatní – zpracovávající bioodpady a vedlejší živočišné produkty (VŽP) podle nařízení EP a Rady (ES) č. 1774/2002, případně zpracovávající biosložku mechanicky vytríděnou ze směsného komunálního odpadu.

Součástí ostatních BPS je zařízení na úpravu odpadů, dávkování vsázky, fermentační zařízení, zařízení na úpravu a skladování bioplynu, zařízení na energetické využití bioplynu (kogenerační jednotka), zařízení na úpravu a skladování digestátu. BPS zpracovávající VŽP musí být vybavena hygienizačním zařízením, tj. uzavřeným reaktorem, který musí být vybaven zařízením na sledování teploty v čase, záznamovým zařízením a zařízením k zabránění nedostatečného ohřevu.

Jak upozorňuje mnoho odborníků, v případě zpracování specifického rizikového kafilemního odpadu je nutné vybavení hydrolyzérem. [5, str.4] Nezbytné je rovněž zařízení pro čištění a dezinfekci vozidla a nádob na přepravu VŽP. BPS zpracovávající biosložku vytríděnou ze směsného komunálního odpadu (SKO) jsou vybaveny zařízením pro odloučení lehké frakce a druhotných surovin (BPS Příbyšice). BPS je v ČR třeba považovat za zařízení s možným nebezpečím výbuchu. Pro realizaci stavby BPS platí ČSN 756415 – Plynové hospodářství čistíren odpadních vod. [5, str.4]

1.2.8 Kogenerační jednotka

1.3 Anaerobní fermentace

Podstatou výroby bioplynu, jak jsem již uvedla, je anaerobní fermentace. Anaerobní fermentace, neboli **metanizace**, je soubor procesů, při nichž směsná kultura mikroorganismů postupně rozkládá biologicky rozložitelnou organickou hmotu bez přístupu vzduchu. [7] Za určitých podmínek probíhá přirozeně v přírodě, např. v bažiništích, na dně jezer nebo např. na skládkách komunálního odpadu. Při tomto procesu směsná kultura mikroorganismů postupně v několika stupních rozkládá organickou hmotu. Produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem pro další skupinu. Konečnými produkty jsou vzniklá biomasa, plyny (CH_4 , CO_2 , H_2 , N_2 , H_2S) a nerozložený zbytek organické hmoty, který je již z hlediska hygienického a senzorického nezávadný pro prostředí, tj., že je již stabilizován. [8] Metanová fermentace je tedy soubor několika dílčích, na sebe navazujících procesů, na kterých se podílí několik základních skupin anaerobních mikroorganismů. Produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem skupiny druhé, a proto výpadek jedné skupiny může způsobovat poruchy v celém systému.

1.3.1 Průběh anaerobní fermentace

Proces můžeme rozdělit do 4 hlavních fází: hydrolýza, acidogeneze, acetogeneze a metanogeneze.

V prvním stadiu rozkladu - **hydrolýze** - jsou rozkládány makromolekulární rozpuštěné i nerozpuštěné organické látky (polysacharidy, lipidy, proteiny) na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě pomocí extracelulárních hydrolytických enzymů, produkovaných hlavně fermentačními bakteriemi. [7] Působením extracelulárních enzymů dochází mimo buňky ke hydrolytickému štěpení makromolekulárních látek na jednodušší sloučeniny, především mastné kyseliny a alkoholy, při tomto procesu se uvolňuje rovněž vodík (H_2) a oxid uhličitý (CO_2).

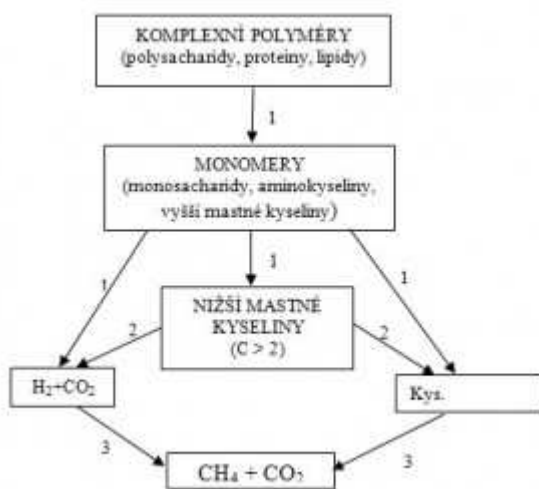
Produkty hydrolýzy jsou během druhé fáze - **acidogeneze** - rozkládány dále na jednodušší organické látky (těkavé organické kyseliny, alkoholy, CO_2 , H_2). Fermentací těchto látek se tvoří řada konečných redukovaných produktů. Při nízkém parciálním tlaku vodíku jsou produkovány kyselina octová, H_2 a CO_2 , při vyšším jsou tvořeny vyšší organické kyseliny, mléčná kyselina, valerová, etanol apod. [7]

V dalším stadiu rozkladu - **acetogenezi** - probíhá oxidace těchto látek na H_2 , CO_2 a kyselinu octovou.

V posledním stadiu - **metanogenezi** - dochází k tvorbě metanu pomocí metanogenních mikroorganismů, jejichž substrátem jsou jednoduhlíkaté látky - metanol, kyselina mravenčí, methylaminy, CO_2 , CO , H_2 a kyselina octová. [7] Závěrečný krok spočívá v anaerobním rozkladu, kdy z kyseliny octové, H_2 a CO_2 vzniká methan - CH_4 . Tento krok provádějí metanogenní bakterie, což jsou striktně anaerobní organismy, podobné nejstarším organismům na Zemi. Tyto bakterie jsou citlivé především na náhlé změny teplot, pH, oxidačního potenciálu a další inhibiční vlivy.

Z hlediska reakčních teplot lze anaerobní procesy rozdělit podle optimální teploty pro mikroorganismy na *psychrofilní* (uskutečnitelné za teploty 5-30°C), *mezofilní* (uskutečnitelné za teploty 30-40°C), *termofilní* (uskutečnitelné za teploty 45-60°C) a *extrémně termofilní* (uskutečnitelné za teploty nad 60°C). [7] Výhodou procesů prováděných za vyšších teplot je hlavně vyšší účinnost hygienizace materiálu. Nejběžnější aplikací jsou zatím procesy mezofilní při teplotě cca 38°C.

Obrázek č. 1: Schéma průběhu anaerobní fermentace a vzniku bioplynu



Zdroj: anaerobní reaktor není černou skříňkou. [8]

1.3.2 Podmínky k uskutečnění anaerobní fermentace

Fermentace je obvykle prováděna ve velkých vyhřívaných a míchaných nádržích – fermentorech. Jedná se o kontinuální nebo semikontinuální proces. Pracovní sušina suspenze se dle materiálu a použitého míchacího systému pohybuje mezi 4 – 12%. Ve fermentorech dochází k odbourání cca 50 – 70% organické sušiny materiálu. Velikost nádrží je dána množstvím a kvalitou materiálu, množstvím aktivní biomasy v reaktoru a požadovanou dobou

zdržení. Tyto parametry významně ovlivňují produkci bioplynu i kvalitu výstupního materiálu.

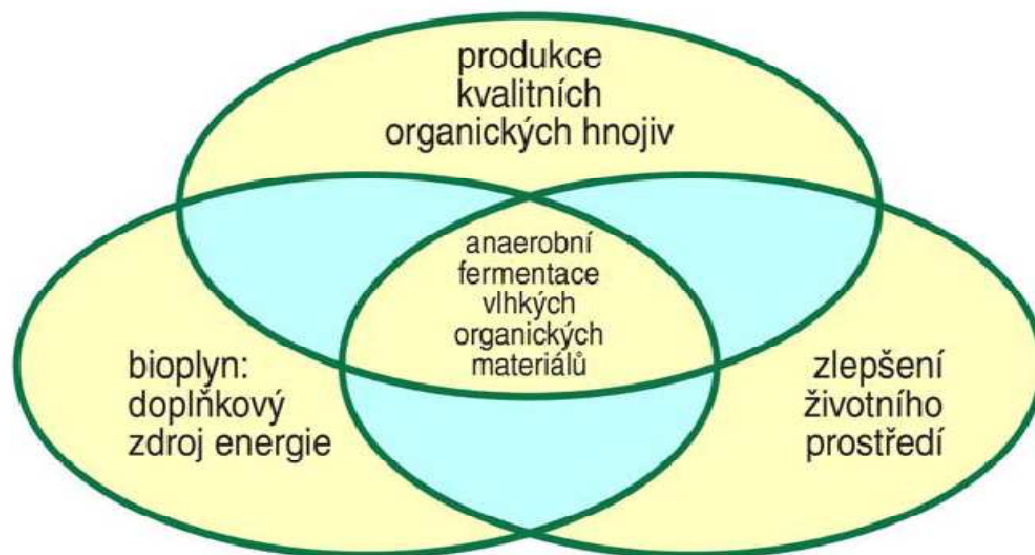
1.3.3 Produkty anaerobní fermentace

Hlavním produktem anaerobní fermentace organické hmoty je bioplyn. Bioplyn je bezbarvý plyn skládající se hlavně z methanu (cca 60%) a oxidu uhličitého (cca 40%). Bioplyn může ovšem obsahovat ještě malá množství N_2 , H_2S , NH_3 , H_2O , ethanu a nižších uhlovodíků. [9] Následující tabulka umožňuje čtenáři udělat si představu o složení a vlastnostech vybraných druhů bioplynů. Hodnoty je potřeba brát jako informativní, skutečné vlastnosti BP vždy závisí na mnoha faktorech, zejména na fermentovaném materiálu:

1.3.4 Hlavní důvody využívání anaerobní digesce

Existují tři hlavní důvody [9] pro využití anaerobní digesce organických materiálů pocházejících ze zemědělství, lesnictví, komunálního hospodářství a venkovské krajiny.

Obrázek č. 2: Význam anaerobní digesce vlhkých organických materiálů



Zdroj: Rozvoj bioplynových technologií v podmínkách ČR. [9]

Především pro zemědělské podniky je důležitá *produkce kvalitních organických hnojiv*. Pokud zpracovávají vlastní organický materiál a vyprodukované hnojivo využívají ve vlastním podniku a neuvádějí jej na trh, nemusí se řídit legislativními ustanoveními zákona č. 156/1998

Sb. o hnojivech ve znění pozdějších předpisů týkajícími se povinnosti registrovat hnojiva uváděná na trh. [6] To ale neplatí pro podnikatele, který soustřeďuje odpady, anaerobní digesti je zpracovává a hnojivo uvádí na trh, ten se ustanoveními zákona č. 156/1998 Sb. řídit musí.

Zlepšení pracovního a životního prostředí - tento faktor bude mít stále větší význam při rozhodování o výstavbě bioplynových stanic. Příčinou je stále se stupňující tlak ekologické legislativy, ať už se jedná o inovace zákona o odpadech, nebo zákon o IPPC, neboli o integrované prevenci před znečištěním ovzduší a registraci znečišťovatelů. Změny obou legislativních norem jsou v kompetenci MŽP. Energetické využití biomasy (včetně výroby bioplynu z ní) má příznivý vliv na omezení koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. Při produkci biomasy je oxid uhličitý spotřebován při fotosyntéze a následně uvolněn při energetickém využití biomasy zpět do atmosféry. Tím se uzavírá časově krátký koloběh CO₂.

Získání doplňkového zdroje energie – nejobvyklejší variantou je výroba teplé užitkové vody a elektrické energie v kogenerační jednotce. Vyprodukované teplo i elektřinu je možné využít pro vlastní spotřebu, nebo elektřinu dodávat za garantovanou cenu do distribuční sítě. Se zvyšující se výkupní cenou elektrické energie dodávané do distribuční sítě je tato varianta stále výhodnější. Ceny elektrické energie z OZE vyhláší každoročně Energetický regulační úřad. Cenové rozhodnutí má platnost vyhlášky. Energetického regulačního úřadu, který stanovil minimální sazby výkupních cen elektřiny z obnovitelných zdrojů (v roce 2009 pro zemědělský bioplyn 4,12 Kč.kWh_{e-1}). [9]

1.4 Vlivy působící na proces anaerobní fermentace

Jednotlivé fermentační fáze by měly probíhat plynule, aby se zajistila stabilita procesu - tj. udržení dynamické rovnováhy. Tato stabilita je ovlivňována řadou faktorů, které buď mění přímo životní prostředí mikroorganismů (což je např. teplota, pH, nutrienty, toxické látky), nebo musí být brány v úvahu při návrhu a posuzování anaerobního reaktoru. [10]

1.4.1 Vliv teploty.

Teplota podstatně ovlivňuje interakce mezi jednotlivými druhy mikroorganismů. Odezva mikroorganismů na změnu teploty je u všech druhů kvalitativně stejná, avšak kvantitativně může být úplně odlišná. To znamená, že změnou teploty se mění rychlosti probíhajících reakčních pochodů, což vede k porušení dynamické rovnováhy procesu, a následně může mít

za následek i úplnou havárii procesu. Dlouhodobá změna teploty vede ke změně zastoupení jednotlivých druhů mikroorganismů.

Tvorba metanu probíhá v širokém rozmezí teplot (přibližně od 5 do 95°C). Většina anaerobních reaktorů pracuje při teplotách v mezofilní oblasti tj. při 30 až 40°C, a část v termofilní oblasti tj. při 45 až 60°C, v obou případech jsou reaktory vyhřívány. [10] Obecně lze konstatovat, že pro udržení stability procesu je nutné zabezpečit konstantní teplotu. Změny teploty jsou tím nebezpečnější, čím je proces zatíženější, tj. čím je kratší doba zdržení a menší koncentrace biomasy v reaktoru.

1.4.2 Vliv reakce prostředí - pH.

Další závažný limitující faktor procesu je úzký rozsah pH, který musí pro růst metanogenních mikroorganismů vykazovat optimální hodnoty. Většinou je vyžadováno pH v neutrální oblasti (6.5-7.5), které je nutné uvnitř reaktoru udržovat, pod pH 6 a nad 8 je jejich činnost silně inhibována. [10] Nejčastější příčinou výkyvu pH je jeho pokles z důvodu přetížení reaktoru, kdy produkce kyselin rychlejšími mikroorganismy předmetanizační fáze (první a druhá skupina) je vyšší než jejich spotřeba, čímž dochází k jejich akumulaci v systému. Při vysoké koncentraci amoniaku, tj. při vysokých hodnotách alkality, však pH není citlivým ukazatelem. Proto je třeba řídit zatížení podle množství a složení mastných kyselin v médiu, aby nedošlo ke zhroucení procesu, nebo udržovat dostatečnou neutralizační kapacitu přidávkem alkalizačních činidel.

1.4.3 Přítomnost nutrientů.

Pro zpracování a provoz reaktorů je nutný správný poměr N a P k organickým látkám. Z bilance produkce biomasy se udává potřebný poměr živin jako CHSK : N : P v rozmezí od 300 : 6,7 : 1 až 500 : 6,7 : 1. Vedle dusíku a fosforu je žádoucí přítomnost řady mikronutrientů - Na, K, Ca, Fe, S, Mg, Se, W, důležitá je také přítomnost řady růstových faktorů. [10] Většinou u substrátů přirozeného původu, je množství nutrientů postačující. Naopak, při anaerobní fermentaci kejdy nebo jiných živočišných exkrementů bývá vysoký přebytek amoniaku, který za zvýšeného pH může působit inhibičně až toxicky.

1.4.4 Přítomnost toxických a inhibujících látek.

Za toxické nebo inhibující látky pokládáme látky, které nepříznivě ovlivňují biologický proces. Nejčastěji se setkáváme s inhibičním působením nižších mastných kyselin a amoniaku. Zde je nutno upozornit, že v obou případech inhibičně působí tyto látky v nedisociované formě. To znamená, že inhibice těmito látkami bude závislá na pH a jejich

celkové koncentraci v systému. Při nízkém pH mohou inhibičně působit mastné kyseliny, při vysokém amoniak. Dlouhodobou adaptací však lze vypěstovat biomasu, tolerující i vyšší koncentrace amoniaku - například při zpracování slepičího trusu nebo prasečí kejdy může koncentrace amoniaku dosahovat v závislosti na koncentraci vstupujícího materiálu hodnot 6 g/l i více. [10]

1.4.5 Vliv technologických faktorů.

Z technologických faktorů jsou nejdůležitější zejména míchání a doba zdržení. Obsah reaktoru musí být homogenní, tj. dobře promícháván, tak, aby byl umožněn co nerychlejší a nejdokonalejší kontakt mikroorganismů se substrátem. Doba zdržení musí být dostatečně dlouhá, aby nedocházelo ke zbytečnému vyplavování potřebných mikroorganismů a aby bylo dosaženo dostatečné účinnosti rozkladu. Vzhledem k tomu, že generační doby anaerobních mikroorganismů jsou relativně dlouhé - 0,5 až 12 dní pro různé skupiny mikroorganismu, udržuje se doba zdržení v bioplynových reaktorech 20 až 40 dní. [10] Přitom platí, že čím hůře je daný substrát rozložitelný, tím je generační doba příslušných bakterií delší.

1.4.6 Zpracování bioplynového reaktoru.

Zpracování je prakticky nejdůležitější fází provozu anaerobního reaktoru. Na něm závisí doba, za kterou je dosaženo ustáleného stavu provozu a v neposlední řadě i stabilita a účinnost provozu. Optimálně by mělo být dosaženo plného provozu v řádu několika měsíců až jednoho roku.

1.5 Model fermentační stanice

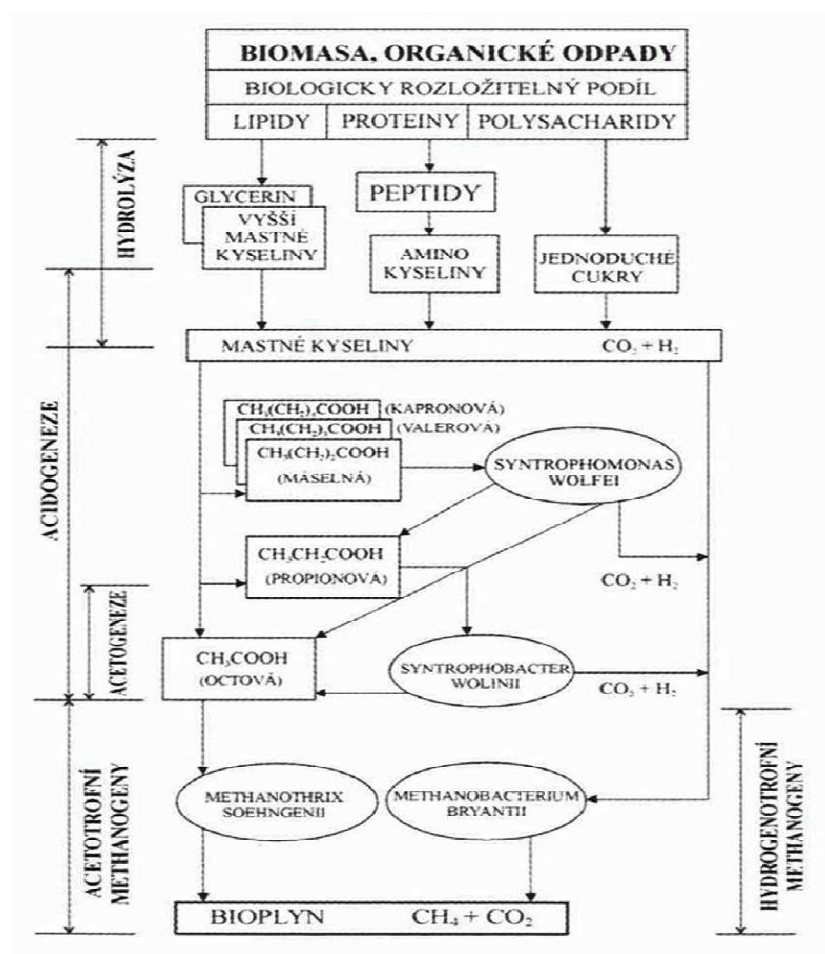
Ačkoliv existuje několik typů fermentačních stanic, průběh samotného procesu je všude velmi podobný.

Jak již bylo uvedeno, hlavním procesem je rozklad biologických materiálů, jako jsou produkty rostlinného původu (tráva, seno, listí apod.), průmyslové odpady organického původu z potravinářských provozů (odpady ze zpracování ovoce a zeleniny, odpady z výroby pečiva, odpady z výroby cukrovinek, odpady z výroby masa, odpady z výroby lihu), komunální odpady organického původu (separovaný biologicky rozložitelný komunální odpad), potraviny s prošlou lhůtou spotřeby, odpady ze stravovacích zařízení, rostlinné oleje a tuky.

Suroviny pro zpracování budou přiváženy do areálu nákladními automobily v uzavřených kontejnerech či cisternách. Vykládání a příjem surovin bude probíhat v uzavřené hale vybavené odsáváním přes biofiltr. Následně budou suroviny upraveny, nadávkovány a přečerpány do fermentoru. V případech vedlejších živočišných produktů budou hygienizovány tzv. velkou hygienizací. Ve fermentačních nádržích bude probíhat vlastní kvasný proces. [11] Fermentor je plynotěsný a v průběhu procesu je z něj odebírán vznikající bioplyn. Po ukončení fermentace je obsah přečerpán do dofermentoru - plynotěsné nádrže, kde dozrívá kvasný proces a odkud se odsává zbytkový bioplyn. Z dofermentoru se zbytkový produkt nazývaný digestát přečerpává do skladovací nádrže, odkud se průběžně odebírá a zahušťuje - tedy odděluje se tuhý podíl. Tuhý stabilizovaný zbytkový produkt se následně odváží k využití jako hnojivo.

Následující schéma zobrazuje model fermentační stanice. Je na něm přehledně ukázán proces fermentace vstupního materiálu, na jehož konci vznikne digestát a bioplyn.

Obrázek č. 3: Schéma vzniku bioplynu z biologicky rozložitelných odpadů



Zdroj: Využití bioplynu ze skládek odpadů [12]

Jednotlivé procesy jsem již popsala v předcházejících kapitolách. Následně se zaměřím na druhy použitelného vstupního materiálu a na stručný přehled možného využití koncových produktů.

1.5.1 Druhy použitelné biomasy

Nejvíce materiálů vhodných pro výrobu bioplynu je produkováno v zemědělství. [9] Jedná se zejména o exkrementy hospodářských zvířat, vedlejší produkci z rostlinné výroby i cíleně pěstované plodiny. Velké množství zbytkové biomasy je vyprodukováno také v navazujícím potravinářském průmyslu. Významný potenciál pro budoucí energetické využití však v sobě zahrnují také biologicky rozložitelné komunální odpady. Vyprodukovanou biomasu lze rozdělit na dvě základní skupiny – záměrně pěstovanou a odpadní [9]:

1) Biomasa záměrně pěstovaná k tomuto účelu:

- energetické plodiny (šťovík, chrastice rákosovitá, tritikale, čirok, křídlatka, traviny apod.),
- olejnin (řepka olejná, slunečnice, len, dýně na semeno),
- škrobnato-cukernaté plodiny (kukuřice, cukrová řepa, obilí, brambory, topinambur, cukrová třtina).

2) Biomasa odpadní:

- odpady z živočišné výroby (exkrementy z chovů hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady mléčnic, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit),
- rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (kukuřičná a obilná sláma, řepková sláma, zbytky z lučních a pastevních areálů, zbytky po likvidaci křovin a lesních náletů, odpady ze sadů a vinic),
- biologicky rozložitelné komunální odpady (odděleně sbíraný papír, kuchyňské odpady, kaly z čistíren odpadních vod, organický podíl směsných komunálních odpadů, odpadní organické zbytky z údržby zeleně, odpady z tržišť apod.),
- organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob (odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce, odpady z jatek, odpady z mlékáren, odpady z lihovarů a konzerváren, odpady z vinařských provozoven, odpady z dřevařských provozoven),
- lesní odpady (dřevní hmota z lesních probírek, kůra, větve, pařezy, kořeny po těžbě dřeva, palivové dřevo, manipulační odřezky, klest).

Využitelné druhy biomasy jsou také nově zakotveny ve vyhlášce č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy, ve znění vyhlášky č. 5/2007 Sb., [6] jejíž úprava vstoupila v platnost v září 2008. V příloze č. 1 k této vyhlášce se taxativně upravuje možnost využití jednotlivých druhů biomasy k energetickým účelům.

1.5.2. Možnosti využití koncových produktů fermentace

Bioplyn

Tradiční a základní způsoby využití bioplynu jsou: [13]

- spalování v plynových kotlích pro vytápění
- pohon plynového pístového motoru generátorů elektrického proudu, včetně motorů kogeneračních zajišťujících i využití odpadního tepla

Další poměrně běžné způsoby využití bioplynu jsou:

- plynové turbíny a tzv. mikroturbíny
- plynové motory pohánějící kompresory chladicích systémů
- plynové kotle ohřívající édiu absorpčních chladicích systémů
- imerzní plynové hořáky (pro odpařování, resp. zahušťování, například odpadních vod)
- čištění na kvalitu SNG (náhradního zemního plynu) a vtláčení do sítě
- komprese, případné další čištění a využití například pro pohon vozidel
- výroba elektřiny na palivových článcích

Z hlediska běžného provozu však existují i poměrně nové možnosti pro využití bioplynu:

- výroba biovodíku (a s tím související využití CO₂ pro výživu řas)
- termofotovoltaika (resp. magnetohydrodynamické generátory MHD)
- Rankinovy cykly (ORC)

Jedna z mála možností ryze biologické a environmentálně čisté technologie zpracování CO₂ je kultivace zelených autotrofních řas, které jsou schopny konvertovat CO₂ na biomasu využitelnou například jako hodnotné krmivo pro hospodářská zvířata nebo jako surovina pro farmaceutický nebo kosmetický průmysl. Výhodou kombinace řasové kultivace s provozem BPS je úplná recyklace všech čisticích a odpadních vod zpět do BPS.

Digestát

Koncový zbytek z fermentačního procesu se ve velké většině používá jako hnojivo, ačkoliv, jak uvádím v kapitole tři, v případě, že digestát pochází z odpadových BPS, musí jeho použití předcházet přísná kontrola.

2. Využití fermentační stanice v zemědělství

Tento druh bioplynových stanic patří mezi nejrozšířenější a je určen ke zpracování cíleně pěstovaných energetických plodin, jako je kukuřice, luční tráva či cukrová řepa. Vhodným doplňkem jsou vedlejší zemědělské produkty - například kejda a hnůj. Vstupní materiál je homogenní a není ho potřeba již nijak upravovat před vstupem do fermentace.

2.1 Charakteristika zemědělské fermentační stanice (ZFS)

Zemědělská BPS je zaměřena specificky na zpracování produktů zemědělství, proto je nejčastěji postavena na území zemědělské podniku či je k němu přidružena. Vlastníkem může být družstvo jako firma, či některá konkrétní soukromá osoba.

2.1.1 Výhody ZFS

Fermentační stanice fungují na bázi zbytkových produktů v zemědělství má řadu výhod. Mezi ně patří zejména [14]:

- Relativně jednoduchá technologie
- Nenáročná na provoz (stabilní vsázka = stabilní výkon)
- Investiční dotace až 30 %
- Výkupní cena elektrické energie 4120 Kč/MWh
- Nižší cena technologie než u odpadových BPS (asi poloviční)
- Relativně levné technologie
- Více dodavatelů = konkurenční prostředí na trhu technologií i surovin
- Relativně jednoduchý povolovací proces
- V Evropě funguje tisíce instalací – vyzkoušený provoz
- Uplatnění pro dosud nevyužitou biomasu – luční tráva, zbytky z údržby zeleně
- Možnost využít digestát na vlastních pozemcích či poskytnout spolupracujícím zemědělcům

Mezi vstupní suroviny lze zařadit:

- Cíleně pěstované energetické plodiny - je nutné je pěstovat nebo nakupovat
- Vedlejší zemědělské produkty - jsou k dispozici většinou zdarma

Tento typ stanice se vyplatí zejména pro zemědělce, municipality, a samozřejmě pro investory, kteří do projektu vkládají počáteční kapitál.

Ideální spojení představuje dlouhodobý pracovní vztah mezi investorem a zemědělcem, který je založený na právně podloženém kontraktu. Zemědělec tím získává dlouhodobý odbyt části své produkce a investor vstupní surovinu za stabilní cenu.

2.1.2 Nevýhody ZFS

- Kolísající ceny vstupu (siláž)
- Nutno nakupovat vsázku
- Závislost na dodávkách od zemědělců – nutná úzká kooperace
- Často není odbyt pro vyrobené teplo

2.2 Druhy zemědělských fermentačních stanic

Rozklad organických látek až na bioplyn vyžaduje jejich koordinovanou metabolickou součinnost, kde produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem skupiny druhé. To znamená, že při řízené fermentaci musí být zabezpečeny vhodné fyziologické podmínky pro činnost anaerobních mikroorganismů.

Mezi nejdůležitější faktory procesu fermentace patří [15]:

- Anaerobní prostředí
- Složení substrátu
- Teplota (35 – 42 st. C, 55 st. C)
- Míchání
- Živiny (hlavně u průmyslových vod)
- pH 6,5 – 7,5

Pro zabezpečení a udržení jednotlivých parametrů existuje v dnešní době celá řada technologických řešení, jejichž výběr záleží na druhu zpracovávaných odpadů, kvalitě požadovaných výstupů a také na ekonomických možnostech investora. Ekonomika provozu BPS je kromě množství a kvality zpracovávaného odpadu výrazně ovlivněna využitím vznikajícího bioplynu a anaerobně stabilizovaného zbytku.

2.2.1 Malé bioplynové stanice

Malé zemědělské bioplynové stanice jsou „samostatné jednotky, zpracovávající anaerobní stabilizací organický odpad vznikající na farmě. V převážné míře se jedná o kejdu nebo slamnatý hnůj z chovu hospodářských zvířat.“ [15] Menší část představují organické odpady

z domácnosti farmy. Z hlediska ekonomie provozu bioplynové stanice je účelné zpracovávat i jiné vhodné odpady. Praxí prověřené je například zpracování odpadů ze stravovacích zařízení, hlavně tukové odpady. V tomto případě lze dosáhnout dvojího efektu - zvýší se produkce bioplynu a získá se finanční úhrada za likvidaci odpadů od producenta.

Bioplyn vznikající při anaerobní stabilizaci je využíván k produkci elektrické energie a tepla v kogenerační jednotce. Teplo a elektrická energie se ve většině případů využívá v místě jejího vzniku, čímž se snižují provozní náklady daného podniku. Případný přebytek elektrické energie lze prodávat do veřejné sítě, pokud se provozovatel stanice dohodne s některým z odběratelů. Velikost zemědělských bioplynových stanic závisí na velikosti a zaměření farmy. Většinou se v Evropě pohybuje v ekvivalentu 30 - 400 VDJ. [15]

2.2.2 Technické řešení malých bioplynových stanic

U bioplynových stanic je potřeba zajistit jednotlivé technologické prvky (homogenizační jímka, reaktor, zásobník bioplynu, uskladňovací nádrž, kogenerační jednotka, tepelný výměník, rozvody tepla) zaručující po stránce biologické a bezpečnosti zdárný průběh anaerobní stabilizace. Narozdíl od velkých stanic, které se staví "načisto", malá zařízení vykazují daleko větší variace jejich řešení, které vyplývají z konkrétních možností jednotlivých podniků, které BPS provozují.

Kejda ze stáje stéká samospádem nebo se čerpá do sběrné - homogenizační jímky. Homogenizační jímka, kovová nebo betonová, je spolu s vhodně dimenzovanou uskladňovací nádrží prakticky vždy běžnou součástí farmy. V některých státech je požadavek akumulovat určité množství kejdy vyprodukované na farmě daný legislativou, jiné tuto otázku prozatím neřeší. Zhomogenizovaný odpad se dávkuje do reaktoru.

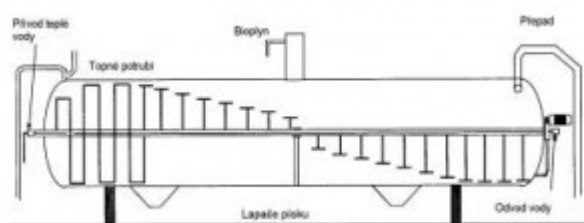
Nejrozšířenější jsou dva typy reaktorů [15]:

Horizontální průtočný reaktor (Darmstadt system)

Reaktor je ocelová nebo plastová, tepelně izolovaná válcová nádrž v průměru zpravidla 2 - 3 m, délky dle potřebné kapacity reaktoru). V praxi se vzhledem k možnosti transportu používají reaktory objemů 50 - 100 m³. Často se využívají použité zásobníky na naftu. Nádrž je uložena na betonových podstavcích tak, aby její sklon byl 3 - 5 % (obrázek 1). Kejda se čerpá do výše položené části. Promíchávání obsahu reaktoru a pohyb směsi směrem k druhému níže položenému konci, je zabezpečen lopatkami umístěnými na hřídeli procházející horizontální osou reaktoru. Rychlost míchání je pomalá, 1 - 3 otáčky za minutu. Tomu

odpovídá i nízká spotřeba energie na míchání, 700 - 900 watový motor je dostatečný pro míchání 100 m³ kejdy obsahující slámu. [15] Vznikající bioplyn se hromadí v horní části reaktoru, odkud je odváděn do plynojemu. Ve spodní části, v nejnižším bodě reaktoru, je jeden nebo více odkalovacích ventilů. Vytápění je řešeno rozvodem trubek uvnitř reaktoru. Běžné je i umístění ve dvojité stěně reaktoru, nebo je vytápění integrováno s mícháním a je umístěno v duté hřídeli míchadla. Vzhledem k poměrně velkým investičním nákladům se tento typ reaktoru využívá hlavně k fermentaci “hustších odpadů” jako je drůbeží trus, domovní odpad nebo kejda s vyšším obsahem slámy, neboť velkou výhodou je jeho specifický typ míchacího zařízení.

Obrázek č. 4: Schéma horizontálního reaktoru

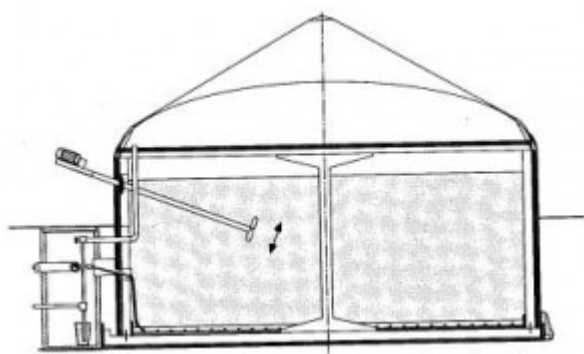


Zdroj: Bioplyn z odpadu živočišné výroby [15]

Vertikální reaktor

Vertikální reaktory vycházejí ze standardních, ocelových nebo betonových, uskladňovacích nádrží na kejdu, případně obilí. Přestavění takovéto nádrže na reaktor, vyžaduje zabezpečit její plynotěsnost a tepelnou izolaci. K zabezpečení plynotěsnosti stačí kvalitní betonová konstrukce nádrže a střechy, případně doplněná plynotěsnou fólií. K tepelné izolaci se používají běžné izolační materiály jako je polystyrén či skelná vata. V některých případech jsou nádrže umístěny pod úroveň terénu. Nádrže jsou vyráběny sériově, což se projevuje v nižší ceně za jednotku objemu. Používané objemy se pohybují v rozmezí 250 - 600 m³, i když existují reaktory s objemy až 1200 m³. Hloubka reaktorů bývá 3 - 6 m a průměr 8 - 18 m. [15] Tyto reaktory jsou často používány dvojúčelově, kdy v průběhu roku pracují s různým harmonogramem dávkování. V létě a na podzim jsou obvykle naplněny pouze do úrovně zabezpečující minimální dobu zdržení 20 - 30 dnů. Tím se připravuje rezerva k uskladnění několika set m³ kejdy na zimní a jarní období, kdy se kejda nemůže, často ani nesmí, aplikovat na pole. Při naplněném reaktoru je doba zdržení přes 60 dnů, což zaručuje dostatečnou produkci bioplynu a stabilní chod fermentoru i v zimním období.

Obrázek č. 5: Schéma vertikálního reaktoru.



Zdroj: Bioplyn z odpadu živočišné výroby [15]

V Čechách zatím není tento postup příliš aplikován, avšak přibližně 1/3 bioplynových stanic v Německu používá plynotěsné nádrže na uskladnění stabilizované kejdy a současně jako zásobníky bioplynu. V některých případech nádrže s plynotěsnou membránovou střechou slouží i jako fermentor. Často se používají dvojité membrány, kdy do membránového meziprostoru se ventilátorem vhání vzduch pod tlakem 200 - 300 Pa, kterým se nafoukne venkovní membrána sloužící jako střecha a tlak vzduchu působící na vnitřní membránu, oddělující bioplyn, zabezpečuje dostatečný přetlak bioplynu pro další využití. [15] V případě použití jednoduché membrány, se doporučuje udělat nad reaktorem přístřešek.

2.2.3 Centralizované bioplynové stanice

Centralizované bioplynové stanice v zemědělství narozdíl od malých bioplynových stanic zpracovávají odpad z několika samostatných zemědělských farem. [15] Z důvodu srovnatelnosti co do množství zpracovaného odpadu, technologie zpracování, postfermentační úpravy, využití bioplynu apod. je vhodné k centralizovaným stanicím řadit i bioplynové stanice vybudované při velkochovech hospodářských zvířat ve státech střední a východní Evropy. Výhodami centralizovaných bioplynových stanic jsou [15]:

- nižší jednotkové ceny investic
- efektivnější využití investic (cisterny, dopravní prostředky atd.)
- kvalifikovanější obsluhu bioplynové stanice
- vzhledem k větší produkci bioplynu je zde možnost komplexnějšího uplatnění přebytků tepla a elektrické energie (dodávky do elektrické sítě a sítě centrálního vytápění)
- vyrovnanější kvalita anaerobně stabilizovaného odpadu

- menší potřeba stavebních pozemků
- lepší možnosti získání úvěrů a dotací.

I když několik většinou demonstračních centralizovaných bioplynových stanic bylo od osmdesátých let postaveno ve více státech západní Evropy, největšího rozmachu dosáhli v Dánsku, kde výraznou roli sehraává stát svojí skutečně environmentální politikou. [15] Stát poskytuje dotace na výstavbu nových stanic, dotuje ceny energií získaných z obnovitelných zdrojů a zatěžuje tzv. ekologickou daní fosilní paliva (topné oleje, uhlí). Na základě dánských zkušeností se již další státy začínají intenzivněji zabývat anaerobní stabilizací zemědělských odpadů v centralizovaných bioplynových stanicích.

Jako příklad lze uvést centralizovanou bioplynovou stanici v Studsgaardu - Dánsko zpracovávající kejdu a chlévskou mrvu z okolních farem, organické odpady z potravinářského průmyslu a organickou frakci tuhého domovního odpadu. [15] Při anaerobní stabilizaci jsou tyto odpady konvertovány (ročně) na: 4,2 milionu m³ bioplynu, 129 000 tun kapalného hnojiva pro zemědělství, 1000 tun tuhého anaerobního zbytku pro skládky a 700 tun spalitelného odpadu. Tuhý anaerobní zbytek je kompostu podobný materiál, který však může ještě obsahovat kousky plastů a jiných příměsí. Tento materiál může být použit na zakrytí skládek, nebo po smíchání s dřevními štěpkami spalován. Sušina organické frakce tuhého domovního odpadu přechází při anaerobní stabilizaci z 50% na bioplyn, 32 % kapalné hnojivo, 8 % kompost a 10 % zůstává jako nerozložitelný zbytek. [15]

Domovní odpad musí být před nadávkováním do reaktoru předupraven. Předúprava spočívá v rozmělnění odpadu, odstranění příměsí jako jsou sklo, kameny, plasty apod. a zahřátím předupraveného odpadu na teplotu 70°C po dobu jedné hodiny, nebo na 60°C po dobu 2,5 hodiny, s cílem zneškodnění patogenních mikroorganismů a semen plevelů. [15]

Bioplyn je prodáván městu Herning vlastníci kogenerační jednotku na bioplyn a zemní plyn. Z bioplynu se tak vyprodukuje ročně 10 500 MWh elektrické energie, prodávané do sítě a 13 500 MWh tepelné energie je dodáváno do sítě centrálního vytápění. Bioplyn obsahuje v průměru 65 % metanu, 35 % oxidu uhličitého. Obsah H₂S 0,2 % je před použitím bioplynu snižován na 0,04-0,05 %. [15]

2.3 Deset pravidel pro výstavbu ZFS

Rozšíření činnosti zemědělců o provozování bioplynových stanic a o pěstování energetických plodin, jako zdroje pro tato zařízení je jednou z možností, jak posílit budoucí udržitelnost zemědělství a venkova. [16] Výstavba a modernizace bioplynových stanic je podporována Evropským zemědělským fondem pro rozvoj venkova (EAFRD) v rámci opatření III.1.1. Diverzifikace nezemědělských činností a III.1.2. Podpora zakládání podniků. [17] Celkem je na bioplynové stanice určena částka přibližně 480 mil. Kč ročně.

"Desatero bioplynových stanic" je metodický dokument, vydaný Ministerstvem zemědělství a podává přehled o zásadách efektivní výstavby a provozu bioplynových stanic, které je důležité dodržet pro úspěšnou realizaci těchto zařízení. [16]

Přestože podpora z uvedených opatření Programu rozvoje venkova není přímo určena obcím, jako žadatelům o podporu, je pro ně znalost těchto zásad a souvisejících záležitostí velmi podstatná. Při nedodržování správných zásad výstavby, technologických postupů výroby a provozu, může dojít k nežádoucím okolnostem, které způsobují nepříjemný zápach, šířící se po celém okolí. Ten může pocházet ze samotného provozu, ale zejména též ze zbytků produkce, které se jako hnojivo rozváží po okolních zemědělských pozemcích. U nedostatečných projektů také roste riziko zvýšeného dopravního zatížení, možnosti zvýšení hluku a emisí. V takových případech dochází ke stížnostem občanů, které nesměřují k provozovateli, ale právě na obecní úřad. Je proto důležité znát i zásady pro výstavbu těchto stanic a uplatnit již při jejich přípravě odpovídající požadavky.

2.3.1 Precizní příprava projektů

Projekt bioplynové stanice je multioborová záležitost (ochrana ovzduší, odpady, hnojiva, energetika). Proto je předrealizační přípravě nutno věnovat velkou pozornost. Ověřit možnosti připojení na energetické sítě a zajistit dostatek kvalitních surovin, ověřit výtěžnost bioplynu a zpracovat žádost o investiční podporu včetně financování. Zejména je nutné věnovat pozornost posouzení záměru z hlediska vlivu na životní prostředí.

2.3.2 Dostatek kvalitních surovin

V biostanicích lze efektivně zpracovat celou škálu bioodpadů z údržby veřejné zeleně, odpadů z domácností, zbytků z jídelen i z podnikatelských provozů (pekárny, lihovary, masokombináty). Použít se dá i kejda, hnůj a cíleně pěstovaná biomasa (kukuřice, řepa,

vojtěška, ...). Je důležité zajistit dlouhodobost dodávek a prověřit ekonomiku z hlediska dovozových vzdáleností.

2.3.3 Výtěžnost bioplynu

Produkce bioplynu závisí na druhu vstupního materiálu a na jeho vlastnostech. Výroba bioplynu je živý biologický proces, citlivý na změny podmínek a složení materiálu. Optimální chod vyžaduje co nejvíce jednotné složení vstupních surovin s minimálními přechody při jejich změnách.

2.3.4 Spolupráce s místní samosprávou

Základním předpokladem realizace projektu biostanice je získání kladného stanoviska příslušné samosprávy. Investor se již v době plánování projektu musí vážně zabývat připomínkami sousedů a úřadů. Práce s veřejností je klíčem k úspěchu a investor by ji neměl podceňovat. Pokud se komunikací s veřejností začne zabývat až v době probíhajícího územního řízení či hodnocení vlivu na životní prostředí (EIA), výrazně se zvyšuje riziko ohrožení projektu.

Nejčastější připomínky kritiků se týkají obav z problémů se zápachem, obav z vysokého dopravního zatížení, z hluku a emisí. Objevují se i dezinformace, že jsou v zařízení spalovány odpady při vzniku nebezpečných emisí.

Pokud fakta ustupují emocím, může se záležitost stát věcí politickou, která obecní zastupitelstvo přivede k vydání negativního stanoviska. Investor by měl v první fázi věcně seznámit se záměrem stavební úřad. Následně seznámit s projektem nejbližší sousedy a poté oslovit širší okolí, například prostřednictvím medií.

2.3.5 Spolehlivá a ověřená technologie

Návrh každé bioplynové stanice je svým způsobem unikátní, volba technologie závisí na použitém substrátu a na místních podmínkách. Rozhodující je také cena technologie a provozní náklady. V zásadě se hovoří o suché nebo mokré fermentaci při mezofilním (cca 37 °C) nebo termofilním (cca 55 °C) teplotním režimu. Důležitým kritériem výběru jsou reference a zkušenosti provozovatelů dané technologie. [16]

2.3.6 Optimalizace investičních nákladů

Investor by měl z hlediska optimálnosti nákladů využívat existující infrastrukturu, vybrat nejvhodnější technologii a při maximalizaci provozu minimalizovat spotřebu energie.

2.3.7 Volba kogenerační jednotky

Nejčastějším způsobem využití bioplynu je kombinovaná výroba elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách, které jsou srdcem každé bioplynové stanice. Jejich provoz je rozhodující pro ekonomiku projektu. V zásadě je dělíme na jednotky se zážehovými plynovými motory, kde výhradním palivem je bioplyn a na jednotky se vznětovými motory, kde základním palivem je bioplyn a doplňkovým zpravidla rostlinný olej.

2.3.8 Využití odpadního tepla

Přebytky tepla při výrobě se využívají k vytápění objektů v bezprostředním okolí, dodávají se do systému centrálního zásobování teplem nebo mohou být využity pro přidružené podnikatelské provozy.

2.3.9 Nakládání s digestátem

Výsledkem fermentačního procesu je stabilizovaná materiál v tekuté podobě, tzv. digestát, který lze použít jako hnojivo nebo přísadu do kompostu. Způsob nakládání s digestátem je různý v závislosti na konkrétních podmínkách a je třeba jej řešit již ve stadiu projektu (respektovat zákon o hnojivech -- č. 156/1998 Sb., a zákon o vodách č. 254/2001 Sb.[6]). Většina digestátu se zemědělským BPS je využita v podobě dalších hnojiv.

2.3.10 Další možnosti využití

Upravený plyn (biomethan) může být využíván jako pohonná hmota pro vozidla a upravený biomethan lze využít také do stávajících rozvodů zemního plynu.

2.4 Ekonomická analýza výstavby ZFS

Produkce bioplynu může řešit aktuální problémy v zemědělství: úbytek organické hmoty v půdě, zaměstnanost, závislost na energiích i hospodářskou situaci podniků. Do roku 2020 lze reálně odhadovat potenciál zemědělských bioplynových stanic v ČR v ekvivalentu 650 megawattů elektrického výkonu s tím, že nejčastěji zastoupené budou BPS o výkonu 500 až 1000 kilowattů elektrického výkonu.

Česká republika má v porovnání s dalšími evropskými státy velmi dobrou vlastnickou strukturu zemědělské půdy. Převládají zde podniky s výměrou výrazně překračující 500 ha. Zemědělské firmy jsou také dobře vybaveny technickou i stavební infrastrukturou k výrobě a skladování surovin na výrobu bioplynu, neboť se využívá stejná technika jako k přípravě objemných krmiv. Výroba bioplynu v zemědělství je pro provozovatele atraktivní také z důvodu vyvážení osevních ploch, které jsou dnes jednostranně přetíženy obilovinami na úrok okopanin či víceletých píceň s vysokým pozitivním účinkem na půdu.

2.3.1 Posouzení vhodnosti zpracovávaného materiálu

Odborníci z výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze sestavili několik bodů, které pomáhají určit vhodnost materiálů pro zpracování v BPS. [18,str.9] Přehlednou tabulku výsledků vhodnosti vybraných vstupních surovin pak lze nalézt v příloze č. 3.

- Nízký obsah anorganického podílu (popelovin)
- Organický materiál s vysokým podílem biologicky rozložitelných látek (zpravidla se zpracovávají homogenizované směsi materiálů)
- Optimální obsah sušiny pro zpracování pevných odpadů je 22 – 25 %, v případě tekutých odpadů 8 – 14 %. Tekuté odpady s obsahem sušiny menším než 3 % jsou zpracovávány anaerobní fermentací s negativní energetickou bilancí (proces je udržován na požadované provozní teplotě za předpokladu dodávky doplňkového tepla z externího zdroje). Pozitivní energetická bilance je dosahována zpravidla až při sušině tekutých odpadů vyšší než 3 - 5 %. Horní hranici optimálního obsahu sušiny tekutého odpadu tvoří vždy mez čerpatelnosti materiálu. Absolutní hranice obsahu sušiny, při které ještě probíhá anaerobní fermentace, je 50 %. Heterogenní vlhkostní pole v pevném organickém materiálu způsobuje, že v praktickém provozu je metanogeneze tlumena postupně a nikoliv rázově. To je velmi významný faktor mající význam především při zpracování velkých objemů materiálů jako například skládek komunálních odpadů.
- Významným faktorem ovlivňujícím metanogenní fermentaci je číslo pH (kyselost nebo zásaditost) materiálu. Za optimální hodnotu pH na vstupu do procesu se považuje interval blízký neutrální hodnotě $\text{pH} = 7 \div 7,8$. V průběhu procesu se tento parametr mění. Na začátku převažuje aktivita acidogenů a číslo pH může poklesnout na $4 \div 6$. Při hodnotách pH substrátu menších než 5 se mohou začít objevovat inhibiční účinky na některé kmeny metanogenů. Dojde-li však za příznivých podmínek k jejich rozvoji, zvýší svojí aktivitou číslo pH substrátu až na neutrální hodnotu $\text{pH} = 7$. Některé

kmeny metanogenů jsou schopny se rozvíjet i v silně alkalickém prostředí ($\text{pH} = 8 \div 9$). V praxi se optimální hodnota pH materiálu na vstupu do procesu upravuje homogenizací směsných materiálů nebo alkalickými přísadami.

- Významným parametrem pro hodnocení vhodnosti materiálů pro anaerobní fermentaci je poměr uhlíkatých a dusíkatých látek. Za optimální se považuje pásmo kolem 30 : 1. Vysoký obsah dusíkatých látek se může projevit negativně na složení bioplynu (obsahuje minoritní obsah plynů jako například amoniaku NH_3 , oxidu dusného N_2O , ...). Mezi materiály s vysokým obsahem N patří exkrementy všech druhů hospodářských zvířat, opačný extrém (vysoký obsah C) tvoří materiály rostlinného původu. V praxi se optimálního poměru C : N dosahuje míšením různých materiálů.
- Vhodnost materiálu pro anaerobní fermentaci může být významně narušena nežádoucími příměsemi. Jedná se zpravidla o látky potlačující mikrobiální rozvoj, především o všechny druhy antibiotik používaných jako léčiva pro zvířata, nebo preventivně jako součást krmných směsí pro drůbež. Do pracovního prostoru reaktorů bychom neměli dávat ani materiály, které jsou již ve hnilobném rozkladu.
- Vhodnost materiálu pro anaerobní fermentaci může být také narušena jeho předchozím zpracováním nebo manipulací. Dlouhodobým skladováním materiálu, při kterém proběhne proces aerobní fermentace (kompostování), nebo fyzikálně-mechanickými účinky na materiál (například při potrubní dopravě slamnaté chlévské mrvy, atd.) se může narušit následný proces anaerobního zpracování takového „studeného“ materiálu.

Ačkoliv jsou výše uvedené body pouze orientační, na jejich základě lze podstatně ovlivnit nejen průběh celého fermentačního procesu, ale i kvalitu výsledného biopaliva.

2.3.2 Uplatnění BPS

Pro odhad uplatnění BPS v zemědělství bylo provedeno šetření formou přímého dotazování provozovatelů zemědělských podniků a vytvořen odhad možného absolutního potenciálu zemědělských BPS.

Z šetření vyplynulo, že v kategorii podniků, které obhospodařují méně než 500 hektarů, je celkové uplatnění BPS relativně nízké, a to především s ohledem na to, že samostatný zemědělský subjekt není schopen zajistit dostatečné množství surovin na pokrytí provozu BPS s minimálním ekonomicky dosažitelným výkonem.[19] Výzkumné a vývojové organizace intenzivně pracují na vývoji malých BPS, které by byly ekonomicky uplatnitelné, takže i zde

se dá očekávat výrazné zvýšení potenciálu během následujících pěti let. V podnicích s vyšší výměrou než 500 hektarů již existuje několik provozně ověřených řešení BPS. Z dotazníkového šetření vyplynula jako jediná technická bariéra výrazná specializace některých zemědělských podniků na určitou komoditu či podnikatelský sektor.

Další výsledky rovněž ukázaly, že neexistuje rozdíl uplatnitelnosti výroby bioplynu v závislosti na právní formě podniku (družstvo, obchodní společnost), nicméně právní forma podniku může mít výrazný vliv například na možnost získat dotaci či úvěr na výstavbu BPS.

2.3.2 Omezující faktory

Celkový potenciál BPS v zemědělství však není možné z několika důvodů zcela využít. V průběhu provozu BPS se objevila řada omezujících vlivů, mezi ně patří špatné finanční zdraví podniku, nevyhovující kapacita jeho managementu, nedostatečná přenosová kapacita elektrizační soustavy, nevhodné místo nebo neochota občanů akceptovat projekt výstavby BPS a nízký kapitál finančních institucí. [19] Špatné finanční zdraví podniků a nedostatečné kapacity managementu lze obtížně hodnotit. Tyto faktory způsobují, že se investiční záměr BPS vůbec nezačne připravovat, nebo zůstane ve fázi, kdy se o tom odborná veřejnost nedozví. V současné době se jedná o zásadní bariéru, která pravděpodobně bude jednou z hlavních příčin brzdících vývoj výroby bioplynu v následujícím desetiletí. Je pravděpodobné, že se díky této bariéře dlouhodobě začne realizovat asi pouze 70 % možných projektů.

Z dosavadních zkušeností lze zjistit, jaký vliv na úspěšnost realizace BPS má v regionech proces hodnocení vlivu na životní prostředí (EIA) a malá připojovací kapacita elektrizační sítě. Ačkoli by část problému, spojená s nedostatečnou přenosovou kapacitou elektrizační soustavy, měla být v brzké době vyřešena, nestane se tak ve všech oblastech najednou. Výše uvedené dva faktory způsobují, že se dnes realizuje pouze zhruba 60 procent připravovaných záměrů. [19] Do budoucna předpokládáme, že tato bariéra nebude tak silná mimo jiné proto, že při výrobě bioplynu bude možno realizovat jeho čištění na kvalitu zemního plynu bez potřeby využívat distribuční síť elektřiny. S tímto systémem se uvažuje zejména u velkých projektů BPS. Odhaduje se, že tato bariéra bude znemožňovat výstavbu asi 25 % projektů.

Poslední z bariér může tvořit neochota finančních institucí projekty úvěrovat nebo chybějící kapitál bankovních domů. Tyto problémy v současné době příliš nenastávají. Při konzultaci se zástupci bank, které poskytují úvěry klientům na výstavbu BPS, se tato bariéra jeví jako relativně nízká. [19]

2.3.3 Reálný potenciál

Dle autorů výzkumu je zřejmé, že ačkoli je uvedena řada bariér a objektivních technických příčin zabraňujících realizaci některých BPS, ze strany zemědělských organizací lze předpokládat výrazný zájem, který může vést k výstavbě několika stovek bioplynových stanic.

Pro přehlednost je v tomto odhadu uvažováno s ekvivalentem elektrického výkonu kogenerační jednotky na BPS. Celkový výkon (elektrický a tepelný) může být zhruba o 25-30 % vyšší. Předpokládaný výkon elektrického ekvivalentu BPS je odhadnut na 650 MW do roku 2020 s relativně rychlým nárůstem do roku 2015 a následnou stagnací do roku 2018 z důvodů poklesu investiční podpory ze strany EU. [19]

Zemědělský sektor se dlouhodobě potýká s nadvýrobou obilí, což vyplývá především z jistoty odbytu obilí pomocí tzv. intervenčního výkupu, kde stát dlouhodobě garantuje výkupní cenu i při přebytku této komodity na trhu a následně tuto komoditu prodává. Tyto intervenční nákupy, dle ekonomických propočtů, představují v některých letech výraznou ekonomickou zátěž pro rozpočet ČR. Průměrně je uplatňován intervenční nákup z přibližně 600 tisíc hektarů orné půdy. [19]

Výrazné výdaje státního rozpočtu tvoří také dotace na údržby trvalých travních porostů (TTP). Vzhledem k tomu, že míra motivace k produkčnímu způsobu hospodaření na TTP se nachází na nízké hodnotě, je značná část obhospodařována velmi extenzivně, například s využitím extenzivního chovu masného skotu. TTP představují výrazný stabilizační prvek v ekosystémech a při ochraně vod. Tyto plochy by však bylo možno při zachování jejich ekologické a hydroklimatické stability využívat intenzivněji, především optimalizací pH, přihnojením a obnovením produkční botanické skladby.

Změnou využívání TTP a snížením produkce obilovin ve prospěch biomasy pro výrobu bioplynu lze také dojít k alternativnímu výpočtu potenciálu zemědělských BPS v ČR. Pro tento odhad bylo stanoveno alternativní zastoupení plodin na 600 tisících hektarech, kde se v současnosti pěstují obilniny na zrno. Dále je uvažováno, že může dojít k intenzifikaci pěstování TTP až na výnosovou úroveň 7,5 t/ha a využití 60 % těchto ploch k pěstování plodin pro výrobu bioplynu. [19]

2.5 Některé ze zemědělských BPS v České republice

2.5.1 BPS Budišov

Provozovatel: ZD Budišov Dosažení plného výkonu: květen 2010 Celkový instalovaný el. výkon: 750 kW Instalovaná technologie: 3 x 250 kW KJ Schnell 2 x fermentor 20/6 - 3760 m³ 1 x dofermentor 22/6 - 2 280 m³ 1 x koncový sklad 34/9 - 8 140 m³ Současný stav: provoz na uvedený plný výkon [20]

Unikátem je koncová jímka

Ředitel Zemědělského družstva Budišov Stanislav Jaša sdělil, že cena jejich nové bioplynové stanice se pohybovala kolem 63 milionu korun. Na financování získali podporu z Programu rozvoje venkova ve výši 30 procent, což představovalo přes 18 milionů korun. Generálním dodavatelem tohoto projektu byla firma AgriKomp Bohemia, doplnil Jaša.

Součástí stanice jsou dva fermentory a dofermentor. Ve fermentorech se dosahuje teploty 38 až 42 stupňů Celsia. „Když využijeme siláž, tak bakterie nejlépe fungují asi při 40 stupních Celsia,“ podotkl Jáša. Surovina je dodávána prostřednictvím dvou zásobníků. V kogenerační jednotce jsou tři motory na bionaftu. Vlastní spotřeba elektrické energie bioplynovou stanicí by neměla překročit čtyři procenta její celkové výroby.

Určitým unikátem je koncová jímka na digestát. „Podle počtu zvířat bychom měli mít jímku na čtyři měsíce. Teď už vím, že to je málo. V našem případě máme kapacitu jímky na sedm měsíců. Je to jiná technologie, než na jakou jsme tady zvyklí,“ shrnul ředitel Jaša s tím, že jde o jednu z největších jímek v republice. Má průměr 36 metrů a výšku osm metrů. Podle něj ji vzhledem k tomu, že šlo o tak vysokou stavbu, budovali po sekcích a při výstavbě využívali oboustranné speciální bednění. Nechybí ani separátor, který odděluje digestát na tekutý a tuhý podíl, čímž se usnadňuje jak jeho skladování, tak i vyvážení.

2.5.2 BPS Klučnice

V této BPS, nově uvedené do provozu na konci roku 2010, se nachází kogenerační jednotky o síle 704 kWel. Vyrobené teplo se používá k vyhřívání areálu. [21]

Suroviny využívané jako vstupní materiál:

- Kejda skotu (z vlastního chovu)
- Kukuřičná a travní siláž

- Obilí

Nový provoz bioplynové stanice je zřízen na pozemcích f. Zemědělská Klučenice a.s. v areálu zemědělské farmy společnosti. Uvedená bioplynová stanice využívá prostřednictvím mikroorganismů dodávaný organický materiál na methan a oxid uhličitý pro energetické využití.

Podstata bioplynové stanice vychází z předpokladu, že zde mohou být použité veškeré biogenní suroviny a anaerobně odbouratelné suroviny.

Pro získávání bioplynu se využívají zemědělské výpěstky rostlinného a živočišného původu, které se připraví na směs vstupující do BPS. Směs vstupující do BPS je uskladňována v uskladňovacím žlabu (sušina této směsi je cca 25-30%) – jedná se o prefabrikovaný žlab, řešený jako průjezdný žlab s bočními stěnami. Odtud je vstupní směs nakladačem dopravena do stacionárního míchacího zařízení a následně do fermentoru BPS. Při fermentaci dochází k přepouštění směsi mezi primárním a sekundárním fermentorem pomocí přepadu nebo centrálním dávkovacím čerpadlem.

Obrázek č.6: Pohled na místnost kogenerace



Zdroj: Bioplynová stanice Klučenice [21]

Celý prostor manipulace se směsí (uskladňovací žlab, fermentory, jímky, koncový sklad, manipulační plochy) jsou zbudovány s izolací proti případnému úniku závadných látek, kontaminované vody z manipulační plochy jsou svedeny do sběrné jímky ukladňovacího žlabu (velikost jímky je cca 600 m³) a odtud přečerpány do fermentoru BPS. Obsluha stanice má povinnost provést každý den vizuální kontrolu objemu jímky. Před zahájením provozu BPS bude u jímek provedena zkouška těsnosti a následně budou tyto zkoušky opakovány

v souladu s § 39 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách (event. dle požadavků autorizované osoby, která určí periodicitu provádění zkoušek).

Pro fermentaci substrátové směsi se používají betonové zásobníky s betonovými stropy. Optimální využití fermentačního prostoru se vyrovnává množstvím fermentačního materiálu, který se buď dodává plynule nebo několikrát denně. Naproti tomu se z plynotěsného primárního fermentoru odebírá odpovídající množství již vykvašené směsi. Sekundární fermentor je také plynotěsný a je připojen na plynojem tak, že se i z něj využívá plyn vzniklý další fermentací.

Veškeré zásobníky jsou, kvůli dosažení co největší bezpečnosti při výrobě bioplynu, vzájemně propojené volně přístupnými výpustěmi v jejich dnech a přepady. Zásobování zásobníků substrátem se provádí centrální stanicí čerpadel.

Vysoká produkce bioplynu a bezpečná funkce bioplynové stanice je zajištěná dobrým promícháním substrátu mechanickým míchačem.

3. Odpadová fermentační stanice

3.1 Příčiny vzniku odpadové fermentační stanice

Odpady vyprodukované lidskou činností začaly činit viditelné potíže zejména po druhé světové válce. Přesto ještě v 50. letech 20. století, kdy již čistírny odpadních vod vytápěly bioplynem své anaerobní reaktory pro stabilizaci kalu, si nikdo nespojoval pojmy skládka odpadu a bioplyn. [22] Chemické procesy na odpadových skládkách nebyly dostatečně prozkoumány, proto docházelo často k zastavování ploch bývalých skládek zástavbou, což následně vyvolalo sérii nehod způsobených explozemi nebo udušením osob v uzavřených prostorech. Tyto události si vyžádaly aplikaci řady bezpečnostních opatření, z nichž nejúčinnějším se ukázalo odsávání a spalování vznikajících plynů.

Dalším důvodem ke zvýšení zájmu o odpadové fermentační stanice se stal prudký nárůst ceny paliv a pohonných hmot v 70. letech 20. Století. Poprvé se tehdy objevila myšlenka uskutečnit výzkumy za účelem nalezení alternativních zdrojů energie. [22] Orientační průzkum těžby a úpravy plynu ze skládek odpadu podpořil domněnku, že spalováním bioplynu lze za minimálních investičních nákladů vyprodukovat vysoce kvalitní energii.

I v současné době jsou skládky tuhého komunálního odpadu nutným průvodcem rozvíjející se civilizace, protože produkci odpadu bez skládek dnes nejde zvládat ani v nejvyspělejších zemích světa. Skládky tuhého komunálního odpadu jsou dnes také nejlevnější variantou likvidace odpadu. Proto se přímo nabízí možnost získávat skládkováním také výborný zdroj energie ve formě bioplynu. (23, str. 10)

Odpady vznikají při všech výrobních i nevýrobních činnostech člověka a představují nejčastější a nejsledovanější vedlejší produkt lidské společnosti. Zejména komunální odpady a kaly z čistíren odpadních vod jsou produktem prakticky všech obyvatel. Podle odhadů Evropské komise (EK) každý rok se vyprodukuje v Evropské unii (EU) 110 až 130 milionů tun biologického odpadu [22]. Bioodpady se mohou také zpracovávat technologií anaerobní fermentace, při které kromě organického hnojiva (digestátu) vzniká další produkt (bioplyn), který je vhodný k výrobě elektrické energie, tepla nebo motorového paliva. Nakládání s kaly a odpady se řídí směrnici EU, které jsou zapracovány do české legislativy.

3.2 Charakteristika odpadové BSP

Odpady mohou být nejrůznějšího druhu, avšak ty považované za použitelné vstupní suroviny pocházejí obvykle z těchto oblastí: biologický kal, rostlinná biomasa zelená (v letním období), travní siláž či senáž, odpady ze zpracované zeleniny (v zimním období), oškrabky z brambor, tuky z odlučovačů a lapolů či gastro odpady. Ne všechny z nich jsou však stejně vhodné.

Obecně lze říci, že tento druh bioplynových stanic je určen ke zpracování biologicky rozložitelných odpadů (BRO). Mezi BRO patří například biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO), odpady z potravinářského průmyslu, maloobchodu – prošlé potraviny, zemědělské odpady, kaly z ČOV aj. Vstupní materiál však často bývá nesourodý, obsahuje nečistoty a může obsahovat choroboplodné zárodky. Proto musí před vstupem do fermentace projít třídící linkou, homogenizací (podrcením na jemnou frakci) a hygienizací, neboli likvidací choroboplodných zárodků zahřátím substrátu na stanovenou teplotu. [14] Vzhledem k různorodému složení bioodpadů, které mohou být použity postupně či zároveň, musí být celý proces fermentace vhodně řízen, aby fermentace probíhala optimálně a nedocházelo ke kolapsům procesu.

Při správně provedeném procesu fermentace vzniká bioplyn, jehož spálením v kogenerační jednotce se získává elektrická energie a teplo. Fermentační zbytek je potom využitelný jako organické hnojivo – pro zemědělce či zahrádkáře. Tento proces je charakterizován několika body [14]:

- Využívá se při něm sofistikovaná a investičně náročná technologie
- Na počátku jsou poměrně vysoké pořizovací náklady (asi dvojnásobné až trojnásobné než u zemědělské BPS stejného výkonu)
- Za zpracování odpadů inkasuje provozovatel peníze, na rozdíl od zemědělských BPS, kde je potřeba za surovinu platit
- Moderní odpadové stanice mají proces zcela automatizovaný, řízený počítačem
- Dotace až 60 % z investičních nákladů pro MSP
- Výkupní cena elektrické energie 3550 Kč/MWh

Při zvažování, zda je vhodné zbudovat BSP ve vybrané lokalitě, mohou být zvažovány následující výhody[14]:

- V ČR zatím nestojí ani jedna čistě odpadová stanice – možnost využít potenciál
- Stanice má příjem nejen z prodeje energií, ale i za zpracování bioodpadu

- Cena za zpracování bioodpadu nadále poroste s tím, jak se bude zdražovat skládkovné
- Moderní odpadové bioplynové stanice mají vyspělé automatizované technologie, které eliminují negativní vlivy na své okolí.
- S dotacemi má investice zajímavou ziskovost s dobou návratnosti okolo 5 až 7 let
- Odpadají náklady na cíleně pěstovanou biomasu (kukuřičnou siláž)

i nevýhody[14]:

- Složitější povolovací proces - lidé často nejsou takovým projektům nakloněni, což povolovací proces komplikuje. Politická reprezentace toho využívá a často na boji proti bioplynovým stanicím sbírají politické body.
- Investiční náklady jsou vysoké
- Obtížnější získání vstupních surovin – neexistuje trh s bioodpadem

Odpadová BSP je vhodná zejména pro municipality, svozové společnosti, velké producenty bioodpadu (průmysl, maloobchodní řetězce) a investory.

Odpadové bioplynové stanice jsou někdy veřejností vnímány negativně, proto je třeba dbát zvýšenou pozornost na výběr vhodné lokality, zejména zvážit vzdálenost od obytné zástavby a postoj vedení města k připravovanému záměru. Dalším kritériem pro výběr správné lokality je možnost využití nebo předání energie – elektrické vedení VN, blízkost teplovodu nebo subjektu poptávajícího tepelnou energii. Vzhledem k náročnosti fermentačního procesu je správný výběr technologie a dodržování provozního řádu nezbytným předpokladem k bezproblémovému fungování stanice.

3.3 Průběh anaerobní digesce v odpadové BPS

Pro anaerobní digesci jsou vhodné materiály spíše vlhčí. S velkou mírou zjednodušení je možné považovat za hranici nad níž je vhodná anaerobní digesce, zatímco pod ní je vhodné spíše přímé energetické využití spalováním, přičemž vlhkost materiálu by se měla pohybovat okolo 45%.

Poměr C / N surovinové skladby by mělo být pod 20 - 30 / 1 a poměr C / P surovinové skladby by měl být kolem 200 / 1. [24]

Proces anaerobní digesce může probíhat v mezofilních (kolem 35°C) nebo termofilních (kolem 55°C) podmínkách. Zisk bioplynu je u obou procesů zhruba stejný. Termofilní procesy jsou vhodnější tam, kde je vyžadována bezpečnější hygienizace.

Důležité je dbát na to, aby se pH během počátečních fází procesu, kdy probíhá zejména hydrolýza a acidogeneze, pohybovalo mezi 6-6,5, [24] zatímco v dalších fázích procesu, kdy převažuje acetogeneze a methanogeneze by mělo být zásaditější: 7-7,5 [24]. V pozdějších fázích procesu je nutné zabezpečit striktně anaerobní podmínky. Bakterie zodpovědné za tyto přeměny vykazují pomalý růst a množení a jsou méně odolné vůči stresům.

Výsledným produktem anaerobní digesce je bioplyn (55-70% CH₄, 27-44% CO₂, 1-3% H₂, 0,1-1% H₂S atd. [24] a vyhnitý substrát, který je po odvodnění buď přímo využíván ke hnojivým účelům nebo je kompostován a nebo je v separační jednotce rozdělen na vláknitou frakci (10-15%) a tekutou frakci. Vlákenná frakce je z 80-83% fosfor a dusík, takže je použitelná namísto minerálního hnojiva. [24] Tekutá frakce obsahuje z živin hlavně amonný dusík, který je snadno přijatelný rostlinami, a většinou je proto využíván v závlahovém systému na okolních polích. Tekutá frakce však může být dále koncentrována v odparce na hnojivý koncentrát obsahující zejména amonný dusík a malá množství fosforu.

3.3.1 Mokrý anaerobní fermentace

Mokrý fermentace je nejběžnější metodou anaerobního zpracování bioodpadů i BRKO, přičemž materiál je výsledně zpracováván jako kapalina průměrnou sušinou v reaktorech do cca 12 % tak, aby byl čerpatelný. [25] Počet instalací v Evropě je v tisících kusů. Jedná se o kontinuální biologický proces provozovaný ve velkých vzduchotěsných míchaných nádobách – fermentorech. Ty mohou být postaveny ležatě, svisle, případně v kombinaci. Do těchto nádob je prakticky kontinuálně dávkován substrát. Ve fermentorech je udržována stálá teplota 35 ° C při mezofilních podmínkách, nebo 55 ° C při termofilních podmínkách. [25] Termofilní proces je charakterizován hlubším rozkladem organické hmoty, vyšší produkcí bioplynu, avšak i nižší stabilitou procesu. Vzhledem k tomu, že se jedná o proces pracující s určitým ustáleným stavem, je nutné dodržovat základní provozní parametry, z nichž některé je nutno sledovat již při návrhu technologie: [25]

- Velikost reaktorů a jejich účinnost (záleží na míchání)
- Zatížení reaktorů vnosem organické hmoty

- Koncentrace amoniakálního dusíku v reaktorech

Pro eliminaci možných negativních vlivů technologie (především zápach digestátu na výstupu) je často využíváno vícestupňových systémů se sériově řazenými fermentory a dofermentory (dohnívacími nádržemi).

Při zpracování BRKO metodou mokré anaerobní fermentace je vždy nutná předúprava zpracovávaného bioodpadu drcením, případně dalším tříděním (separace anorganických částí, separace plastů apod.) eliminujícím podíly nežádoucích příměsí. Tyto materiály mohou způsobovat ucpávání a nadměrné opotřebení čerpacích systémů (pískem, hlínou, kovy) nebo vytváření plovoucích vrstev v nádržích a znečištění vystupních digestátů (např. plasty).

Dalším rizikem je kontaminace digestátu některými rizikovými prvky (Cu, Hg, As apod.). [25] Základními výhodami technologie mokré fermentace jsou možnost zpracovávat tekuté materiály, dobře zvládnutý a mnoha aplikacemi ověřený proces, stálá produkce bioplynu, homogenita výstupního digestátu a především je, s výjimkou vstupního objektu BPS, celou dobu pracováno s aktivním materiálem výhradně v uzavřeném systému. Nevýhodami jsou pak nutnost zabezpečení stálého přísunu substrátu (což může být u BRKO s nerovnoměrnou produkcí částečnou nevýhodou), nutnost náročné předúpravy bioodpadů a především produkce velkého množství kapalného výstupního digestátu. Tento výstup je však možné separovat na tekutou část (fugát) a pevnou část (tuhý digestát).

Vybrané doporučené parametry mokrého procesu: [25]

- 2stupňový proces nebo proces s pístovým tokem
- doba zdržení 60 dní
- zatížení reaktorů 3–4 kg (org. hmoty) / m³(reaktoru) / den
- rovnovážná koncentrace amoniakálního dusíku v reaktorech do 4 g/l

Z hlediska produkce energie ve formě bioplynu je vhodné provádět bilanci měrné výtěžnosti bioplynu na základě sušiny, resp. organické sušiny vstupních materiálů. Tyto hodnoty nejsou přesné, ale pro většinu případů poskytují dostatečnou základní představu o možnostech produkce bioplynu. Celková technologická spotřeba elektrické energie se podle velikosti zařízení a instalované technologie může pohybovat i mezi cca 15–30 % z výroby. [25]

Vlastní spotřebu energie v BPS lze jen velmi obtížně přesně vyčíslit, jelikož je pro každou použitou technologii rozdílná. Lze ovšem definovat některé hlavní komponenty v technologii,

u kterých dochází k významné vlastní spotřebě. Jedná se zároveň o komponenty, u kterých významně nižší spotřeba oproti normálu může indikovat nedostatečné technologické řešení. Zde je rovněž nutné upozornit, že na vlastní technologickou spotřebu BPS není možné uplatnit tzv. „zelené bonusy“ v rámci podpory vykupních cen ERU. [26]

Z hlediska využití tepla lze, oproti zemědělským BPS, popsat vyšší spotřebu zejména pro hygienizaci materiálu dle nařízení Evropské parlamentu a v případě, že je využíván termofilní proces. Spotřeba tepla pro ohřev reaktorů je pak zhruba stejná jako pro zemědělskou BPS, spotřeba tepla pro hygienizaci silně závisí na množství odpadů vyžadujících hygienizaci. V případě minimálního využití hygienizace se pohybuje vlastní spotřeba tepla do cca 30 % z objemu výroby. V případě hygienizace veškerého přijímaného materiálu to může být až 80 %. [25] V takovém případě je již nutno uvažovat s různými systémy rekuperace.

3.3.2 Suchá anaerobní fermentace

Technologie suché fermentace se rozvíjí v západní Evropě teprve v několika posledních letech, a to především z důvodů výrazně nižší energetické náročnosti provozu, menší citlivosti na kvalitu vstupů a nižších bilancí s manipulovaným materiálem. Celkový počet instalací se však počítá na max. první desítky. Technologie pracuje se vstupními materiály bez větší potřeby ředící kapaliny s pracovní sušinou pohybující se v reaktorech v množství kolem 30 %. [25]

Suchá fermentace u tzv. garážových bioplynových stanic využívá diskontinuálního procesu, kdy je materiál nadávkován do paralelních fermentačních železobetonových boxů, následně je uzavřen a zahříván na provozní teplotu (obvykle cca 40 ° C) za současného zkrápění procesní tekutinou (tzv. perkolátem) pochazející z výluhu z boxů. [25] Ve velmi krátké době dojde ke spotřebování kyslíku v boxu a následně za nepřístupu vzduchu probíhá anaerobní fermentace a produkce bioplynu.

Boxů je navrženo obvykle několik vedle sebe (min. 3–4) a celková produkce bioplynu z celého zařízení je tak přes nerovnoměrnou produkci z jednotlivých boxů stálá. Bioodpad setrvává v boxu přibližně 20–40 dní, po této době již produkce bioplynu ustává. [25] Následně je materiál vyskladněn a obvykle dokořmopostován. Část vyskladněného materiálu je v některých modifikacích technologie smíchána s novým bioodpadem a opět je vrácena do boxu jako inokulum.

Další metodou suché fermentace je např. zpracování v ležatých válcových reaktorech s pístovým tokem. Výhodou suché fermentace je především možnost pracovat se značně heterogenní vstupní hmotou obsahující např. příměsi nehomogenního materiálu, hlínu, cizorodé předměty apod. Materiál ze separovaného sběru BRKO není třeba před zpracováním v některých aplikacích vůbec upravovat, přesto se však doporučuje alespoň hrubé drcení. Dalšími výhodami je nízká vlastní spotřeba elektrické energie, možnost diskontinuálního provozu (např. v návaznosti na svozy BRKO) a nižší nároky na obsluhu.

Nevýhodami jsou především nižší účinnost rozkladu oproti mokré technologii, nutnost otevřené manipulace s bioodpadem při naskladnění a vyskladnění, výkyvy produkce bioplynu v startovní fázi procesu a komplikovanější náběh technologie. Zařízení není příliš vhodné pro bioodpady vyžadující hygienizaci (např. kuchyňský odpad, jateční odpad) a pro materiály kapalné konzistence.

Produkce energie je mírně nižší než v případě mokré technologie, lze očekávat nižší účinnost o 10–30 %, struktura vlastní spotřeby se u garážových bioplynových stanic také významně liší. [25] Celková spotřeba elektrické energie v zařízení se podle velikosti a instalované technologie může pohybovat pouze v řádu procent z výroby. Větší je však vlivem manipulace s materiálem spotřeba pohonných hmot.

Využití tepla je v této technologii obdobné jako u mokré fermentace, je možná určitá úspora aerobním samozáhřevem po naskladnění boxu. Samotný ohřev materiálu ve fermentačních boxech, např. stěnovým vytápěním, není příliš účinný, jelikož fermentovaný tuhý materiál se chová jako izolant. Obvykle je tak vytápěna především perkolátní nádrž. U zaběhnuté technologie lze očekávat spotřebu cca 20 % vyrobeného tepla. [25] Hygienizace materiálu dle nařízení Evropské parlamentu není u technologie suché fermentace běžně prováděna. Toto je nezbytné řešit vhodným zpracováním výstupu v souladu s vyhláškou č. 341/2008 Sb. [6]

3.4 Bioplynové stanice v České republice

V České republice je doposud realizováno pouze několik projektů BPS zpracovávajících biologicky rozložitelné odpady (BRO), včetně bioodpadů z komunální sféry. [27, str. 16]

Hlavním důvodem nízkého počtu těchto zařízení v počtu několika kusů, oproti zemědělským aplikacím počítajícím se na desítky, lze hledat především v: [27, str.16]

- nerozvinutém sektoru odpadového hospodářství v oblasti biologicky rozložitelných odpadů,
- obtížné vymahatelnosti práva v oblasti odpadového hospodářství, komplikovanému kompetenčnímu rozdělení mezi krajskými úřady a krajskými veterinárními správami u některých bioodpadů,
- zatím nízkým cenám za zpracování/využití bioodpadů,
- vysokým, více než dvojnásobným investičním nákladům oproti zemědělským bioplynovým stanicím,
- nižší výkupní ceně za vyrobenou elektrickou energii v kategorii AF2,
- omezené dotační podpoře,
- přísným podmínkám v oblasti registrace digestátů jako organických hnojiv.

Přitom potenciál produkce BRO charakteru, mezi něž se řadí například trávy z údržby zeleně, odpadů z kuchyní a jídelen, separovaného sběru biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO) od obyvatel apod., je vysoký a pohybuje se v řádech stovek tisíců tun za rok. Tento potenciál zůstává zatím v naprosté většině nevyužit, což přináší nejen investorům, ale také všem obyvatelům značné ekologické i ekonomické ztráty.

U doposud realizovaných komunálních bioplynových stanic zpracovávajících např. odpady z kuchyní a jídelen, kaly z ČOV, část separovaného sběru BRKO od obyvatel se většinou jedná o zařízení využívající mírně upravenou technologii zemědělských bioplynových stanic, doplněnou některými základními technologiemi pro příjem a zpracování bioodpadů.

3.4.1 BPS Kněžice

Obrázek č.7: BPS Kněžice



Zdroj: Bioodpad - Bioplyn – Energie [27]

V roce 2006 realizovala obec Kněžice projekt s názvem *Kněžice – energeticky soběstačná obec*. Ten zahrnuje teplovodní rozvod centrálního zásobování teplem celé obce, přičemž zdrojem tepla je kotelna na biomasu a bioplynová stanice s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla z bioplynu. Zařízení bylo realizováno s dotační podporou EU. Po uvedení do provozu byla ještě uvedená technologie doplněna o akumulátor tepla za kotelnu, hermetické zastřešení první uskladňovací nádrže substrátu a zařízení pro odsíření bioplynu. Zařízení má projektovanou kapacitu 5000 tun bioodpadů za rok.

BPS Kněžice má v současné době jeden anaerobní reaktor-fermentor s objemem kalové části 2500 m³, jeden beztlakový plynojem bioplynu s objemem 800 m³, zakrytou homogenizační jímku s objemem 200 m³, linku pro tepelnou hygienizaci rizikových odpadů, drticí linku pro rozmělnování tuhých odpadů, dvě uskladňovací nádrže pro vyfermentovaný kal s objemem 2x6600 m³ a jednu kogenerační jednotku na bioplyn s elektrickým výkonem 330 kW a tepelným výkonem 400 kW. BPS má dále dvoustupňové odsíření surového plynu a biologický filtr pro odsátý vzduch z prostoru příjmu odpadů.

Stanice zpracovává suroviny a odpady, jako například prasečí a slepičí kejda, odpad z výroby rostlinných olejů a bionafty, výpalky z výroby bioetanolu, obsahy septiků a žump a zbytky ze stravoven. V průměru se měsíčně zaváží do zařízení 35 až 70 tun surovin a biologicky rozložitelných odpadů. Průměrná doba zdržení surovin ve fermentoru je 30 až 70 dní. Zbytek po fermentaci je kvalitní hnojivo a ve formě digestátu je vyváženo na zemědělské pozemky. [28]

Z odborného dokumentu k projektu Kněžice vyplývá, že vedle ekonomického efektu pro obec a příznivého vlivu na omezení emisí skleníkových plynů a na ozdravení ovzduší v obci, má projekt velký význam i pro sociálně společenský rozvoj obce.

Na základě současných zkušeností a v souvislosti s nabídkou dalších vhodných biologicky rozložitelných odpadů se předpokládá zvýšení výroby bioplynu. Znamená to rozšíření prostoru pro fermentaci, zvýšení výkonu kogenerační jednotky a úpravu některých dalších zařízení bioplynové stanice.

Jak uvádí jiný sborník, projekt Energeticky soběstačná obec, jehož součástí je i bioplynová stanice, byl v Kněžicích realizován v průběhu roku 2005. Stavbě ale předcházelo několik let příprav, během kterých se utříbila dnešní podoba a funkce BPS. V dnešní době toto zařízení zajišťuje vytápění obce, výrobu elektřiny, náhradu ČOV, kanalizace a funguje rovněž jako

projekt zpracovávající různé biologicky rozložitelné odpady. Ty můžeme rozdělit do dvou kategorií, a to jsou odpady „rizikové a nerizikové“. [27]

Mezi nerizikové odpady se řadí např.: prasečí kejda (legislativně je to v případě předání dalšímu zpracovateli odpad), posečená tráva, spadané listí, zbytky rostlinné výroby zemědělské produkce, odpady z potravinářské výroby a v podstatě jakýkoli biologicky rozložitelný materiál, s dobou rozkladu do padesáti dnů. To se rovná době zdržení materiálu ve fermentoru, jelikož v BPS je v provozu fermentace jednostupňová.

Mezi rizikové, či vedlejší živočišné produkty, pak lze zařadit např.: tukové lapoly, čistírenské kaly, obsahy žump, odpady z restaurací a jídelen dále také krev z jatek. Tyto odpady je nutné před energetickým využitím rozdrtit na částice do průměru 12 mm a potom provést hygienizaci, což znamená ohřátí minimálně na 70 st.C a zdržení minimálně 1 hodinu při této teplotě. [27]

Tento postup vyplývá z nařízení Evropského parlamentu a týká se zpracování všech tří kategorií VŽP. Proto je patrně dost složité tyto odpady zpracovávat na kompostárně. Vyfermentovaný materiál je tekutý kal, tzv. digestát, o sušině cca 5 až 7%. [27] Pro možnost jeho využití jako hnojiva je nutné mít tento kal ocertifikovaný. O tento typ digestátu mají zemědělci velký zájem, neboť při jeho aplikaci se dosahuje úspory průmyslových hnojiv.

V neposlední řadě je třeba vyzdvihnout význam BPS jako náhrady kanalizace a ČOV, jejichž pořízení by bylo velkou a zejména těžko návratnou investicí pro tuto obec. Výhodu má toto řešení především pro obce s více místními částmi, kde žije malé množství obyvatel a kanalizace nepřichází ekonomicky v úvahu. Bioplynová stanice se v tomto případě může jevit jako zařízení celkem bezproblémové, navíc s dobrou ekonomickou návratností.

Jedná se o nepřetržitý, řízený a složitý biochemický proces, který může provozovatele překvapit svou svéhlavostí, při níž může nastat i totální kolaps v procesu fermentace. Minimalizovat toto riziko v nejvyšší míře lze nejen technologickou kázní, ale také naprostým pořádkem a především souhrou obsluhujícího kolektivu, do něhož v případě Kněžic zapadají i vnější činitelé, mezi které náleží výzkumná a vývojová péče VÚZT Praha-Řepy, vysoce erudované práce diplomantů vysokých škol a zejména kontinuální péče vývojového oddělení dodavatele díla fy Skanska c.z. [27] V takových podmínkách lze systém kontrolovaně řídit a ekonomicky provozovat.

3.4.2 BPS Úpice

Obrázek č. 8: BPS Úpice



Zdroj: Internetové stránky BPS Úpice [29]

Stanice je provozu od roku 2008 s kapacitou 6000 tun bioodpadů za rok. BPS Úpice byla rovněž realizována s podporou z fondů EU. Jedná se o menší zařízení umístěné v areálu ČOV Úpice. BPS zpracovává BRKO, kaly a průmyslové bioodpady z regionu.

Zařízení je tvořeno provozním objektem – halou, kde jsou umístěny technologie drcení a úpravy odpadů, včetně hygienizace. Fermentační systém je tvořen jednostupňovým procesem prováděným v hlavním fermentoru o objemu cca 1600 m³, digestát je skladován v samostatné skladovací nádrži.

Bioplyn je využíván v kogenerační jednotce s instalovaným výkonem 160 kW_{el}. Separace výstupu je prováděna na odstředivce. V areálu je umístěn silážní žlab na uskladnění zelené hmoty. Určitým problémem provozu je předúprava a drcení přijímaných bioodpadů.

BPS Úpice je součástí Integrovaného systému pro nakládání s bioodpady města Úpice, a jejím cílem je materiálové využití separovaných bioodpadů, využití jejich energetického potenciálu v BPS a dále pak využití hnojivé kapacity hygienizovaného substrátu. [29]

Integrovaný systém sestává ze dvou základních součástí, a to ze: [29]

- systému separace, sběru a svozu biologických odpadů v regionu
- bioplynové (fermentační) stanice v areálu ČOV Úpice

Bioplynová stanice (BPS) Úpice jako nedílná a zásadní součást Integrovaného systému je schopna zpracovávat separovanou biologickou složku komunálních odpadů, odpady z kuchyní a jídelen, odpadní zeleň, nízkorizikové jateční odpady apod.

Základním cílem Integrovaného systému je vytvořit v regionu pro producenty bioodpadů možnost zpracovat tyto odpady v souladu s platnou legislativou při jejich maximálním materiálovém využití respektujícím přirozenou potřebu biologické složky v životním prostředí.

Zejména nakládání s odpadem ze stravovacích zařízení, kuchyní apod. není v současné době prováděno v převážné většině zařízení dle platné legislativy. Přestože od 1.1. 2001 platí vyhláška č. 451/2000 Sb. k zákonu č. 244/2000 Sb. o krmivech [6], která zakazuje:

- zkrmování pevných komunálních odpadů jako např. odpadů z domácností
- zkrmování odpadů z restauračních provozů mimo potraviny rostlinného původu, které s ohledem na jejich čerstvost nelze považovat za vhodné pro lidskou výživu
- zkrmování obalů a jejich součástí, které byly použity na výrobky pro zemědělské a potravinářské účely,

bylo až doposud značně rozšířeno zejména zkrmování odpadů hospodářskými zvířaty, případně byly využity jiné nevyhovující způsoby zneškodnění. Tento dosud přetrvávající stav je způsoben zejména tím, že v regionu stále neexistují kapacity řešící tuto problematiku v souladu s nařízeními Evropské komise, která stanovují hygienická pravidla týkající se vedlejších živočišných produktů, které nejsou určeny k lidské spotřebě.

Platná legislativa dále mj. omezuje množství biologicky rozložitelných odpadů ukládaných na skládkách (zákon č. 185/2001 Sb. a Vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb., které stanoví povinnost snižovat biologicky rozložitelný podíl v komunálním odpadu ukládaném na skládky v následujícím rozsahu: snížit podíl na 75 % do roku 2010, na 50 % do roku 2013 a na 35 % do roku 2020 z celkového množství (hmotnosti) biologicky rozložitelného odpadu vzniklého v roce 1995). [29]

Nově budovaná BPS umožní příjem a zpracování bioodpadů způsobem vyhovujícím zákonným normám.

3.4.3 BPS Vysoké Mýto

Obrázek č. 9: BPS Vysoké Mýto



Zdroj: Legislativa zneškodňování [30]

Fermentační stanice Vysoké Mýto byla vybudována v období roku 2007 – 2008 za dotační podpory EU. Stanice je určena pro zpracování široké škály bioodpadů charakteru kalů z ČOV, jatečních odpadů, odpadů z kuchyní a jídelen, travních a zemědělských odpadů a separovaného bioodpadu od obyvatel. Množství zpracovaných bioodpadů je projektem stanoveno na 4650 tun za rok.

Stanice se skládá z několika částí: nejprve je zde hlavní provozní budova, v níž se nachází dvojice příjmových objektů. První oddělený příjmový objekt slouží k příjmu, drcení a hygienizaci odpadů a je vybaven podzemní jímkou o objemu 25 m³, dvojicí drtičů a pasterizační jednotkou s kapacitou 30 m³ za den. Ve vedlejší místnosti se nachází příjem ostatních surovin s podzemní jímkou o objemu 45 m³ s řezacím čerpadlem. [30, str.37]

Obě vnitřní prostory jsou odvětrávány na společný biofiltr. Fermentace je prováděna ve fermentoru o objemu 1000 m³ a v sériově zapojené vyhnívací nádrži/skladu o objemu 1000 m³, z toho cca 350 m³ tvoří plynová část. Bioplyn je spalován v kogeneračních jednotkách o elektrickém výkonu 2x160 kW. [30, str.37] Vznikající teplo je využíváno k ohřevu fermentoru, hygienického zařízení a vytápění provozní budovy.

Výstup bioplynové stanice je zpracován na odstředivce, kde se odděluje pevný digestát a kapalná fáze (fugát). Pevný digestát je dopravníkem odváděn do zastřešeného přístřešku pro kontejner. Fugát je přepouštěn do skladovací nádrže k následnému využití jako hnojiva, resp. je čištěn na ČOV. Pevný digestát je odvážen ke zpracování na kompostárnu. Součástí stavby je rovněž zastřešený silážní žlab, mostová váha, komunikace a zpevněné plochy a havarijní flóra pro likvidaci přebytečného bioplynu.

V minulém roce zařízení zpracovalo asi 2600 tun odpadů a ukázalo se, že odpady nepokryjí potřebu zařízení, a proto muselo být nakoupeno asi 400 tun travní senáže a řepných řízků. I přesto se nedaří provozovat zařízení na plný výkon. [30,str.37]

Tato stanice byla otevřena 19. září 2008. Za cíl si klade řešit sběr biologicky rozložitelných odpadů ve městě Vysoké Mýto, sběr a svoz bioodpadů od podnikatelských subjektů a jejich zpracování v bioplynové stanici. Projekt byl financován z prostředků Evropské unie, dotace a půjčky Státního fondu životního prostředí, dotace Pardubického kraje a z rozpočtu města Vysoké Mýto. Celkové náklady na výstavbu byly 75 572 599 Kč. Tato stanice je schopna za rok zpracovat 8 000 t odpadu. [30,str.37] Získaný bioplyn je spalován ve dvou kogeneračních jednotkách, které mají výkon 160 kW. Takto získaná elektrická energie je prodána do sítí za státem garantovanou výkupní cenu. Teplo je využito v bioplynové stanici a přebytek slouží k vytápění objektů ČOV Vysoké Mýto. Dalším výstupem z bioplynové stanice je fermentační zbytek, který bude využíván k výrobě kompostu či přímo k hnojení pozemků [30,str.37].

3.4.4 BPS Příbyšice

Obrázek č. 10: BPS Příbyšice



Zdroj: Legislativa zneškodňování [30]

Na okraji areálu skládky Příbyšice u Benešova a u třídírny odpadů vyrostlo v minulých dvou letech *Zařízení pro zpracování biologicky rozložitelných odpadů ADOS Benešov – Příbyšice*. Technologii vybudovala a provozuje firma Bio Servis Benešov, s. r. o., která je společným podnikem Technických služeb Benešov a IuT Czech, s. r. o., české pobočky rakouské firmy Innovation und Technik. [30,str.37]

Zařízení je určeno pro biologicky rozložitelný odpad, včetně biologicky rozložitelného komunálního odpadu. Organický odpad z domácností, restaurací a jídelen, ale i ze zemědělství, obchodu a průmyslu, je nejdříve zpracován v mechanických třídících systémech.

Samotná vyhnívací technologie je charakterizována zkratkou ADOS, což je Anaerobní Digesce Organického Substrátu. V případě uvedeného zařízení se zatím zpracovává biologicky rozložitelný domovní odpad a kal z čistírny odpadních vod. Jádrem procesu je vlhký mlýn, který zajišťuje redukci velikosti částic organických složek a současně odstraňuje nežádoucí příměsi (kamenivo, kovy, sklo, plasty apod.). Výstupní produkt mlýnu je čerpán do vyrovnávací a vyhnívací nádrže. Rozkladné procesy probíhají při teplotách 52°C. Asi po 20 dnech je vyhnílý materiál přečerpáván, odvodňován a míchán s vhodným doplňkovým materiálem.

Roční kapacita je 27 tisíc tun upravených biologicky rozložitelných materiálů. Výkon kogenerační jednotky je 500 kW elektrické energie a podobné množství tepelné energie. [30,str.37] Výstupní materiál je odvodňován a upravován na kompost, který bude podle kvality prodáván nebo půjde na rekultivaci skládky. Dále vzniká plyn, který v kogenerační jednotce vyrábí elektrickou energii, která je dodávána do sítě, a odpadní teplo, které je využíváno k ohřevu materiálu ve vyhnívací nádrži. Provoz bioplynové stanice je zatím ve zkušebním stadiu a v plném provozu by měl být od příštího roku.

Z výše uvedeného přehledu je patrné, že u nás plně funkční zařízení specializované na zpracování biologicky rozložitelného odpadu, včetně biologicky rozložitelného komunálního odpadu, jak je známe například z Rakouska nebo Německa, zatím nemáme. Jejich vznik závisí především na vývoji v sektoru odpadového hospodářství, vyřešení některých technologických problémů, podpoře výroby elektrické energie a dotační politice MŽP. Z OPŽP plyne, že bylo dosud podpořeno šest projektů na výstavbu nové BPS. Potenciál rozvoje je však jistě větší. [30,str.37]

4. Rozhodování o investicích

Výše uvedené charakteristiky bioplynových stanic dávají tušit, že rozhodování se pro jeden určitý druh BSP vždy závisí na mnoha okolnostech. V následující kapitole porovnáám výhody investování do zemědělské a odpadové stanice, a osvětlím, zda je jeden z typů BSP vhodnější nežli ten druhý.

4.1 Druhy investic

V odborné literatuře se z hlediska mikroekonomického chápání definuje pojem investice jako *rozsáhlejší peněžní výdaj, u něhož se očekává jeho přeměna na budoucí peněžní nebo jiné hodnoty během delšího časového období*. [32, str. 26]. V České republice lze na základě ustálené praxe a s odkazem na vyhlášku č. 500/2002 Sb. [6] považovat za investici jakýkoliv kapitalový výdaj, jenž je realizován s výhledem na období delší než jeden rok.

Z hlediska účetnictví lze rozlišit tři základní skupiny investic: [33, str. 264]

- *finanční* – nákup dlouhodobých cenných papírů, vklady do investičních společností, dlouhodobé půjčky atd.
- *hmotné* – výstavba nových výrobních kapacit podniku, pořízení pozemků a budov, nákup výrobních zařízení, strojů, dopravních prostředků atd.
- *nehmotné* – nákup know-how, licencí, softwaru, výdaje na výzkum, vzdělání atd.

Z hlediska investování do BSP se zaměřím na investování finanční, neboť investor vždy musí vynakládat určitou peněžní část, a na investování hmotné, neboť výsledkem investice má být postavení konkrétní stavby.

Dále se, dle některých autorů, rozlišují investice podle jejich vztahu k rozvoji podniku: [31. Str. 9]

- *rozvojové* – zvyšují stávající schopnost podniku produkovat nebo prodávat výrobky, popř. služby, přínosy těchto investic se obvykle projevují v růstu tržeb
- *obnovovací* – představují náhradu zastaralých výrobních zařízení nebo mají za cíl snížit náklady při zachování výrobní kapacity
- *regulatorní* (mandatorní) – jde o investice, jejichž cílem nejsou přímé ekonomické efekty, ale dosažení souladu s existujícími zákony, předpisy a nařízeními upravujícími určité oblasti

podnikatelské činnosti. Tyto investice jsou většinou zaměřeny na zlepšení pracovního prostředí a bezpečnosti práce, ochranu životního prostředí, splnění hygienických norem atd.

Z tohoto hlediska lze investice do BSP považovat za regulatorní, neboť jejich cílem sice jsou ekonomické aspekty, ale v mnoha ohledech se jedná o snahu využít nespotřebované či nepotřebné suroviny v jiných oblastech.

Investice tvoří jeden z mostů mezi přítomností a budoucím vývojem podniku a proto rozhodování o realizaci investic patří ve firmě mezi nejdůležitější rozhodnutí. Ti, kteří mohou ovlivnit rozhodování, jsou především: [31. Str. 9]

- primární investoři - vlastníci a management podniku, kteří uvažují o realizaci investice a provádějí investiční a finanční rozhodnutí
- všichni další potencionální investoři (finanční ústav, leasingová společnost, stát, apod.), kteří rozhodují, zda poskytnou své peněžní prostředky, na základě ověření efektivnosti investice a návratnosti vložených prostředků
- instituce, které podle předmětu investice mají pravomoc povolovat nebo regulovat její realizaci (např. ministerstvo, zastupitelstvo města) – převážně se rozhodují na základě nefinančních, ale někdy i finančních parametrů

V případě odpadové BPS to bývá obvykle zastupitelstvo města či obce, na jejímž pozemku má daná BPS stát, kdo v posledku rozhodne o výstavbě a investici. Zatímco zemědělská BPS mívá často soukromého vlastníka a investora, odpadová BPS je více záležitostí komunální. V obou případech však lze žádat o finanční granty z fondů EU, které mohou doplnit chybějící finanční zdroje. O těchto dotacích jsou zastupitelé měst či další zřizovatelé obvykle obeznámeni ještě před samotným zvažováním výstavby, a žádost o finanční příspěvek se podá v první fázi realizace projektu.

Jedním z programů EU, který mohou zemědělské subjekty využít k žádosti o dotace, je Program rozvoje venkova z osy III.1.1. - Diverzifikace činností nezemědělské povahy, a III.1.2. - Podpora zakládání podniků a jejich rozvoje. Výše dotace představuje 30 procent uznatelných výdajů, maximálně 75 milionů korun. [31. Str. 9] Pro malé a střední podniky mimo zemědělských je pak určen operační program Podnikání a inovace Eko – Energie. V tomto případě dotace dosahuje 30 procent nákladů, maximálně 250 milionů korun. [31. Str. 9]

V případě obcí, měst a obchodních společností, které jsou stoprocentně vlastněné veřejnými subjekty, lze čerpat dotace z operačního programu Životní prostředí, z osy 3.1.3, kdy je hrazeno 40 procent výdajů, maximálně však 100 milionů korun. Z osy 4.1. Operačního programu životní prostředí pak mohou čerpat obce, města i podniky, vlastněné zcela nebo částečně veřejnými subjekty – 40, 50, 60 procent výdajů podle velikosti podniku. Tento program se zaměřuje zejména na podporu výstavby tzv. odpadních bioplynových stanic, to znamená zařízení zpracovávajícího bioodpady. [34]

Z hlediska finančního řízení podniku je nezbytné před vlastní realizací konkrétní investice provést dvě zásadní rozhodnutí: [34]

1. investiční rozhodnutí, které odpoví na otázku, zda se má vůbec investice realizovat nebo nikoliv, tedy zda posuzovaná investice dostatečně naplňuje stanovené cíle podniku. Pokud ano, rozhodne se v rámci investičního rozhodnutí o vynaložení finančních prostředků na realizaci investičního projektu – tj. kolik, do čeho, kde, kdy a jak investovat.

2. finanční rozhodnutí, které se provádí pouze v případě, kdy je rozhodnuto do projektu investovat. Řeší, jakým způsobem daný investiční projekt financovat, aby byl finančně stabilní a optimální z hlediska nákladů na zdroje financování. Zvolená struktura financování určuje, jakým způsobem a kdy budou výnosy projektu rozdělovány mezi investory (vlastníky a další potenciální investory – věřitele).

4.2 Faktory ovlivňující rozhodování o investicích do zemědělské BPS

Ačkoliv většině investorů je známo, že zemědělská BPS je zařízení, jehož účelem je anaerobní fermentace organické hmoty v bioreaktoru, zdaleka ne všichni rozumí složitosti a náročnosti tohoto procesu. K tomu, aby BPS správně fungovala, se mimo jiné musí také zabezpečit předúprava vstupní suroviny, uskladnění a využití anaerobně stabilizovaného odpadu, skladování a následné využití bioplynu. To vše je pak nutno započíst do investičního plánu. [15]

Před vlastní realizací je potřeba konzultovat s projektantem minimálně následující otázky : [15]

4.1.1 Specifikace odpadu (substrátu) pro zemědělskou bioplynovou stanici

Vždy by mělo být jasné, co přesně bude daná BPS zpracovávat – zda zbytky ze zemědělské výroby, kejdu, případně obojí kombinované se zbytky z potravinářského průmyslu, ČOV, a ostatních zdrojů. Dle této specifikace pak lze odborně rozhodnout, jaký typ BPS postavit.

4.1.2 Údaje o vstupech

Dalším důležitým prvkem je rozhodování, kolik vstupních surovin musí být využito, aby se vyprodukovalo určité množství bioplynu. Projektanti musí zvážit: [15]

- denní množství [$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$]
- obsah celkové sušiny [%]
- obsah organické sušiny [%]
- teplota [$^{\circ}\text{C}$]
- konzistence
 - tekutá kejda
 - kejda + slamnatý hnůj
 - organické odpady, velikost

Obvykle je na počátku zřejmé, odkud budou vstupní suroviny čerpány, avšak může se stát, že jeden zdroj se ukáže jako nedostačující. Teprve odborné propočty odhalí, zda a kolik vstupního materiálu je nezbytné dozajistit, aby se BPS ukázala jako efektivní. Teprve po průkazném zajištění dostatku vstupních zdrojů lze předat projekt ke schválení.

4.1.3 Předpokládané využití bioplynu

Pro každou BPS je klíčové, zda najde pro vyrobený bioplyn odběratele. Některé ze zemědělských BPS používají své stanice k výrobě energie v areálu, jiné se naopak zaměřují na komerční využití energie – ať již pro soukromé odběratele, či pro obce, na jejímž území družstvo stojí. V každém případě je však třeba zvážit následující faktory: [15]

- kontinuální spalování v kogeneraci, výroba el. energie a teplé vody
- spalování v kogeneraci pro pokrytí odběrových „maxim“
- sušení
- čištění a stlačování pro pohon vozidel
- ostatní

Pokud je již předem známo, kým bude bioplyn odebírán, usnadní to proces realizace projektu.

4.1.4 Předpokládané nakládání s fermentovanou surovinou

Možností, jak naložit s fermentovanou surovinou, je několik. Může dojít k(e): [15]

- skladování či rozvozu dle rozvozevého plánu hnojení
- odvodnění, kdy vzniklý tekutý podíl bude použit ke skladování či hnojení

- dočištění k vypouštění do recipientu
- kompostování tuhého podílu
- sušení
- hygienizaci
 - alkalizací
 - termická

4.1.5 Možnosti využití stávajících zařízení

Též je nutno vzít v úvahu, nakolik jsou v dané lokalitě využívána stávající zařízení: jímky, nádrže, materiál, čerpadla, míchadla a ostatní. Po důkladnějším zvážení mohou zřizovatelé a investoři dojít k závěru, že v dané lokalitě již existuje dostatek zařízení zpracovávajících vstupní suroviny, tudíž je nezbytné poohlédnout se po lokalitě jiné.

I při výstavbě jednoduché bioplynové stanice, je nutné si uvědomit, že její součástí jsou vyhrazená zařízení. Vztahuje se na ní v plném rozsahu ČSN 756415 „Plynové hospodářství ČOV“ a doprovodné plynářské normy (ČSN 386405, 20, 25) se zvýšenými požadavky na bezpečnostní opatření a kvalitu obsluhy. [15] Zařízení splňující předepsané požadavky má tržní cenu, kterou investor nemůže výrazně ovlivnit. Ekonomiku provozu BPS může provozovatel ovlivnit kvalitním provozováním, maximálním využitím přebytku elektrické energie a tepla a kvalitou vstupní suroviny. Z hlediska ekonomiky BPS je mimořádně důležitá právě kvalita vstupní suroviny.

Kejda a slamnatý hnůj obsahují 70 – 85% organických látek v sušině. V provozních podmínkách lze metanizací rozložit největší podíl organických látek u trusu drůbeže (asi 65 %) a u exkrementů prasat (asi 50 %). U kejdy skotu je to kolem 25 - 40 %. U slamnatého hnoje rozložitelnost vlivem pomalé hydrolýzy slámy klesá na 20 - 25%. [15]

Množství odpadu, produkce bioplynu a reaktorový prostor pro jednotlivé druhy hospodářských zvířat jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Množství odpadu, produkce bioplynu a reaktorový prostor pro jednotlivé druhy hospodářských zvířat

	hmotnost (kg)	odpad (kg.den ⁻¹)	objem reaktoru (m ³)	produkce bioplynu (m ³ . den ⁻¹)
Slepice	1,5	0,2	0,015	0,015
Brojler	0,8	0,15	0,01	0,012
Sele	20	1,8	0,03	0,04
Prase výkrm	50 - 110	7	0,14	0,14
Prasnice	160	12	0,25	0,2
Tele	120	7	0,1	0,08
býk výkrm	120 - 350	22	0,4	0,5
býk výkrm	nad 350	42	1,3	1,0
Jalovice	120 - 300	20	0,4	0,39
Jalovice	300 - 500	38	1,3	0,85
Dojnice	500 - 600	50	2	1,2
podestýlka sláma	1,0	-	0,08	0,2

Zdroj: Bioplyn z odpadů živočišné výroby [15]

Uvedené hodnoty množství odpadu a následné produkce bioplynu nejsou neměnné a závisí na koncentraci sušiny, resp. organických látek v odpadu. Tyto hodnoty také ovlivňují skutečnost, že bioplyn vzniká jenom z organických látek. Voda se do kejdy dostává hlavně při mytí stájí z nedokonale seřízených napájecích systémů a netěsností kanalizačního systému na farmách. Obzvláště u reprodukčních chovů, kde je v důsledku zooveterinárních požadavků vyšší spotřeba mycí vody, se objevuje vyšší množství kejdy. Dosahované koncentrace se tak často pohybují v rozmezí 2 až 3 % sušiny v kejdě. [15]

Z výzkumů vyplývá, že nižší koncentrace sušiny nepříznivě ovlivní ekonomiku bioplynové stanice v několika směrech [15]: zvýší se náklady na dovoz kejdy a odvoz anaerobně stabilizovaného produktu, vystoupají náklady na ohřev balastní vody, zvětšuje se potřebný objem reaktoru, je nižší produkce bioplynu z m^3 odpadu. Informativní údaje závislosti produkce bioplynu, potřeby BP na ohřev a průměrného disponibilního množství bioplynu v závislosti na vstupní sušině prasečí kejdy jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Závislost produkce bioplynu na sušině vstupní suroviny

Sušina	Produkce BP	Potřeba BP pro ohřev		průměr	Průměrný přebytek BP	
(%)	m^3/den	zima	léto	rok	m^3/den	m^3/rok
3	10,8	9,5	6	7,8	3	1095
4	14,4	9,2	5,8	7,5	6,9	2518
5	18	8,9	5,6	7,2	10,7	3905
6	21,6	8,6	5,4	7	14,6	5329
8	28,8	8	5	6,5	22,3	8139

Zdroj: Bioplyn z odpadů živočišné výroby [15]

4.2.6 Výhody při investování do zemědělské BSP

Vybudování bioplynové stanice představuje bezesporu pro zemědělce i venkov v mnoha směrech přínos. Vznikají nové a stabilní finanční příjmy za ekologickou energii pro zemědělce, na venkově se vytvoří nová pracovní místa, a zároveň BPS přispívají k ochraně životního prostředí. V současné době mají již tyto stanice navíc státem dlouhodobě garantovanou minimální výkupní cenu, kterou vždy na rok dopředu stanovuje Energetický regulační úřad (ERU) a podle zákona 180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů, je tato cena garantována na příštích 15 let od data uvedení zařízení do provozu. [15]

Při snaze zahrnout všechna hlediska podporující investice do bioplynových stanic je možné uvažovat ze 2 hledisek: [15]

a) hledisko všeobecné:

- vzrůstající soběstačnost a nezávislost na dodavateli energie – vlastník BPS je schopen za optimálních podmínek využít energii z BPS pro vlastní potřebu
- redukce skleníkových plynů – BPS bezesporu přispívá k ochraně životního prostředí – nejen způsobem, jakým bioplyn vyrábí, ale také tím, že využívá odpadové zemědělské suroviny. V některých případech však může využívat i běžné zemědělské plodiny, čímž se míra ochrany životního prostředí snižuje.
- výhodné zásobování obytných domů a průmyslových objektů teplem – BPS může zásobovat lokální obyvatele bioplynem
- provoz zpracování kejdy je bez pachové zátěže – narozdíl od odpadové BPS, kde se lidé obvykle zápachu obávají
- obnova efektivního hospodaření na venkově – podpora přirozeného koloběhu surovin a jejich hospodaření (díky místnímu zpracování odpadá náklady na dopravu a jiné druhy zpracování zemědělských odpadových surovin)
- nové pracovní příležitosti a další.

b) hledisko podnikatelské: [15]

- dlouhodobě garantovány stabilní příjmy (z prodeje elektřiny i ze zpracování externího odpadu) – nezávisle na diktování cen velkými dodavateli
- nezávislost na výrobcích a na jejich tržních cenách (ceny rostlinné výroby jsou poměrně hodně nestabilní a závislé na úrodě),
- zužitkování a zhodnocení odpadů z potravinářského průmyslu a zemědělského odpadu, kdy se dosud téměř nevyužitý materiál promění v surovinu použitou pro komerční prodej
- přídatný zdroj příjmů – prodej biopaliva se většinou nestane hlavním zdrojem příjmů
- produkce tepelné a elektrické energie – zejména pro lokální využití
- úspora hnojiv pro rostliny a jejich vyšší účinnost
- a další.

4.3 Ekonomika bioplynových stanic pro zpracování BRO

Správné vyhodnocení ekonomiky projektu bioplynové stanice pro zpracování biologicky rozložitelných odpadů (BRO) je základním předpokladem provozní úspěšnosti celé akce. Na základě dosavadních zkušeností nelze při hodnocení ekonomiky provozu těchto zařízení

přímo přejímat zkušenosti např. z Německa nebo Rakouska, neboť v těchto zemích existuje díky rozvinutému trhu v oblasti nakládání s bioodpady odlišná cenová hladina odpadů i úroveň výkupních cen elektrické energie. V České republice se pohybuje průměrná cenová úroveň u zpracovávaných bioodpadů někde kolem 350,- až 500,- Kč za t, zatímco v zahraničí je to více než dvojnásobek této hodnoty. [35] Z tohoto důvodu představují příjmy za zpracování BRO významnější podíl na ekonomice akce a zařízení pak není tak závislé na aktuální výši výkupní ceny.

Obr. 11: Bioplynová stanice Bioconstruct DE



Zdroj: Ekonomika bioplynových stanic pro zpracování BRO

Zde je třeba poukázat na nutnost zpracování kvalitní studie proveditelnosti hodnotící záměr v dlouhodobém časovém horizontu s cash – flow. Z hlediska hodnocení je třeba popsat správně investiční náklady a provozní náklady projektu a pokusit se odhadnout i jejich vývoj.

4.3.1 Investiční náklady

Investiční náklady běžné bioplynové stanice (BPS) zemědělského typu v technologii mokré fermentace střední velikosti lze odhadnout na cca 100.000,- Kč na 1 kW instalovaného elektrického výkonu. [35]

Při realizaci komunální BPS zpracovávající BRKO a jiné bioodpady je však třeba uvažovat se zařazením následujících celků nezbytně nutných pro provoz zařízení: [35]

- hala pro příjem odpadů vybavená vzduchotechnikou a biofiltrem
- linka příjmu a separace bioodpadů
- linka hygieničce
- separace digestátu a řešení jeho skladování

Investiční náročnost takto vybavené technologie mokré anaerobní fermentace proti klasické zemědělské bioplynové stanici může být i více než dvojnásobná a pohybovat se v řádu 200.000,- až 250.000,- Kč na 1 kW instalovaného elektrického výkonu. Obecně platí, že čím nižší velikost stanice, tím měrné investiční náklady rostou. Důvodem je především vysoká cena zařízení na zpracování a třídění bioodpadů, náročnější separace a skladování či zpracování výstupů. [35]

4.3.2 Příjmy z provozu

Příjmy z provozu BPS jsou tvořeny především poplatkem za využití/zpracování bioodpadů, prodejem elektřiny a prodejem tepla. Ceny za využití či zpracování bioodpadů mnohdy velmi kolísají v závislosti na aktuální situaci na trhu (např. u jatečních odpadů), mnohdy je velmi obtížné jejich cenu stanovit. [35] V tomto případě se doporučuje provést reálné vyzkoušení zpracování bioodpadů v laboratorních či poloprovozních zkouškách se stanovení efektivity jejich zpracování, ekonomické výtěžnosti a započtení s tím souvisejících nákladů.

U prodeje elektřiny je třeba uvážit možnosti uplatnění tzv. garantované výkupní ceny či režimu tzv. zelených bonusů dle platné legislativy. Zde je třeba počítat s tím, že vlastní spotřeba elektrické energie, na kterou není možné dle současné legislativy uplatnit zelený bonus, je podstatně vyšší, než u stanic zemědělských a může se pohybovat i mezi 15 – 30 % z celkové výroby. Výkupní ceny el. energie jsou ročně upravovány Energetickým regulačním úřadem, pro rok 2009 činí 3,55 Kč/kWh. [35]

V případě výroby tepla je dále možné požádat o podporu tzv. kombinované výroby u Ministerstva průmyslu a obchodu ČR. U výstupního digestátu není bohužel v současnosti většinou reálné počítat s příjmem a většinou se jedná o nákladovou položku.

4.3.3 Provozní náklady

Provozní náklady komunální bioplynové stanice jsou tvořeny především: [35]

- náklady na obsluhu zařízení, jedná se většinou o vedoucího bioplynové stanice, administrativní sílu a pomocného/manipulačního dělníka. Důležité je nezapomenout na potřebu manipulace s materiálem ve stanici a s tím spojené požadavky na pracovní sílu.
- náklady na servis kogeneračních jednotek, zde je třeba uvážit variantu tzv. full servisu s předplácením generální opravy, jehož cena se většinou pohybuje kolem 0,3 - 0,4 Kč/kWh

- náklady na servis a údržbu technologie bioplynové stanice, jedná se o opravy mechanických pohyblivých částí, jako jsou dopravníky, čerpadla, míchadla apod., které podléhají opotřebení. Tyto náklady by měly být uvažovány podle typu technologie a její složitosti v minimální výši více desítek tisíc Kč/rok
- náklady na separaci digestátu, které zahrnují jeho odvodnění. V případě použití odstředivek může být spotřeba flokulantu výrazně vyšší než na ČOV a náklady se mohou pohybovat až v prvních stovkách tisíc Kč za rok
- náklady na uplatnění digestátu. V současnosti se bohužel jedná většinou o nákladovou položku a to i přesto, že je provedena registrace digestátu jako hnojiva. Odběratel hnojiv často požaduje hrazení nákladů spojených s dopravou a aplikací hnojiva. V případě nakládání s výstupem jako s odpadem je nutné počítat s poplatky za zpracování např. na kompostárnách apod.
- náklady na monitoring provozu zařízení zahrnují především monitoring podle zákona o odpadech, zákona o ovzduší a veterinárního zákona v případě zpracování vedlejších živočišných produktů. Zejména poslední zmíněný je finančně poměrně náročný a to díky rozsahu a četnosti.
- náklady na odbornou pomoc při řízení provozu stanice zahrnují činnost odborných poradenských firem, zejména v případě příjmu problematických bioodpadů (např. jateční odpady apod.) je toto velmi vhodné
- náklady na manipulaci s odpady v areálu, jedná se o převoz mezi stanicí a vyhrazenými skladovacími kapacitami apod.
- další náklady, jako jsou např. nájmy, odpisy apod.

Proti klasické zemědělské BPS je nutné významně zvýšit náklady na provoz zařízení vyplývající především z větší komplikovanosti provozu a přísnějších legislativních podmínek provozu.

Z vyhodnocení provozu existujících komunálních bioplynových stanic v ČR zatím vyplývá, že pro dosažení přijatelné ekonomické návratnosti i při uvážení možností získání dotace chybí především příjmy za zpracování bioodpadů. [35] Zde je výrazný rozdíl oproti např. Německu nebo Rakousku. Tento výpadek, který je způsoben stavem odpadového hospodářství v oblasti BRO, je pak nezbytné kompenzovat zvýšením výkupní ceny elektrické energie. Sdružení CZ Biom proto prosazuje zvýšení výkupní ceny v kategorii AF 2 v roce 2010 na hodnotu cca 3,9

Kč/kWh a domnívá se, že by toto mohlo pomoci přispět významným způsobem k rozvoji doposud skomírajícího segmentu.

Jako příklad může sloužit ukázka výpočtu integrovaného projektu: [35]

- **Vstupní surovina:**

- Přes 650 DJ => cca 11 tis. tun biologického odpadu/rok

- (plánovaná kapacita bioplynové stanice = cca 12 tis. tun/rok)

- Produkce BRKO města Humpolec = 3 tis. tun/rok (plánovaná kapacita skládky = cca 1 tis. tun/rok)

- **Provozní fáze:**

- Bioplynová stanice s ročním ziskem cca 2 mil. Kč, která nabídne až 4 nová pracovní místa

4.3.4 Časté obavy - fakta a argumenty

Zápach

Uvažovaná technologie využívá několikastupňovou fermentaci, kde je doba zdržení materiálu vždy taková, jakou dané složení vstupních materiálů vyžaduje – pro tučky je to až 120 dní. [35] Stupeň rozkladu organické hmoty je pečlivě hlídán počítačem a do dalšího stupně není puštěn dříve než jsou k tomu vytvořeny příhodné podmínky. Za těchto okolností je výsledný digestát dokonale strávenou hmotou, která není cítit ani při velmi blízkém kontaktu.

Aby nemohl uniknout zápach ani na vstupu, tedy při zpracování bioodpadu, je materiál navážen cisternami nebo hermeticky uzavřenými vozy (zabezpečenými i proti úkapu), jejichž vykládka je zahájena až po uzavření vstupních vrat a odsávání vzduchu přes pachový biofiltr. Tato povinnost je upravena v provozním řádu stanice a je přísně dodržována.

Nutno dodat, že značná část bioodpadů, které budou ve stanici zpracovávány samy o sobě ani nebudou v okamžiku příjezdu do stanice ke zpracování nijak zapáchat. Bioodpady z průmyslu jsou dováženy krátce poté, co jsou vyprodukovány a před samotným zpracováním se nestihnou rozložit tak, aby začaly zapáchat - to platí i o odpadech živočišného původu. Avšak

i pro případ zapáchajících vstupních surovin je provoz vybaven dostatečným jištěním proti úniku zápachu do bezprostředního okolí.

Dopravní zátěž

Do fermentační stanice v Trnci - staré cihelně bude denně dojíždět 7-10 nákladních vozů s materiálem. Argument, že BPS neúnosně zatíží svoje okolí dopravou je tedy neopodstatněný. Jenom pro představu, po krajské silnici kolem areálu v Trnci dnes projíždí denně 400-500 nákladních vozidel. [35] Dopravní obsluha spojená s BPS tedy je tedy v tomto srovnání zanedbatelná, ikdyž ne nulová.

Hluk

Stanice, které budou vybaveny novou technologií, již nevydávají prakticky žádný hluk, tudíž tato obava již bude vyvrácena.

4.4 Možnosti financování

Výstavba bioplynových stanic není levnou záležitostí. Jedná se o investici zhruba v řádech milionů korun. Ovšem samozřejmě záleží na konkrétním projektu, podmínkách a rozsahu investice. Zkušenosti ukazují, že je velký zájem o investice do těchto projektů, stejně tak i o možnosti čerpat dotace z fondů EU. Od 9. července 2007 je možné podávat projekty s žádostmi o podporu z nového Programu rozvoje venkova, který je financován Evropským zemědělským fondem pro rozvoj venkova. Na bioplynové stanice je ročně k dispozici přibližně 480 mil. Kč.

4.4.1 Dotace z ministerstev a strukturálních fondů EU

V programovém období 2007 – 2013 se Evropská Unie ve spolupráci s Českou republikou rozhodla podporovat výstavbu bioplynových stanic následujícími projekty: [36]

a) Program rozvoje venkova ČR

- žádost se předkládá Ministerstvu zemědělství, zprostředkujícím orgánem je zde SZIF
- zdroj EAFRD

b) Operační program Životní prostředí

- žádost se předkládá Ministerstvu životního prostředí, zprostředkující orgán SFŽP
- zdroj ERDF

c) Operační program Podnikání a inovace

- žádost se předkládá Ministerstvu průmyslu a obchodu, zprostředkujícím orgánem je Czechinvest
- zdroj ERDF

Dotace u všech tří ministerstvech může dosáhnout 30 % z celkových nákladů.

4.4.2 Půjčka prostřednictvím bankovního sektoru

GE Money Bank - Financování výstavby bioplynových stanic a zpracování biomasy

GE Money Bank připravila řešení financování výstavby bioplynových stanic a projektů pro zpracování biomasy. Úvěrové financování pro tento typ projektu je možné až do výše 100% pořizovacích nákladů, se splatností do 12 let a odkladem splátek na dobu výstavby a spuštění stanice do provozu, tedy až do 2 let. [37]

Pro žadatele o dotace ze Strukturálních fondů banka navíc nabízí službu EU Servis – vyřízení žádosti o dotaci a dotační management.

Základní podmínky financování bioplynové stanice: [37]

- dlouhodobá dostupnost vstupních surovin
- stabilní ekonomika investora
- minimalizace rizika třetích stran
- generální dodavatel s referencemi

Základní podmínky financování zpracování biomasy: [37]

- dlouhodobá dostupnost vstupních surovin
- alespoň částečně zajištěný budoucí odbyt
- stabilní ekonomika investora

Výhody: [37]

- financování až do 100% investičních nákladů (dle ekonomiky investora)
- doba splatnosti úvěrů až do 12 let
- odklad splátek až do 2 let

- vyškolení bankéři
- pomůžeme Vám také s vyřízením dotací ze Strukturálních Fondů EU

Komerční banka

Další z bank, která ve své nabídce uvádí přímo půjčku na výstavbu bioplynové stanice, je Komerční banka. Ta uvádí na svých internetových stránkách následující nabídku: [38]

Zemědělské subjekty

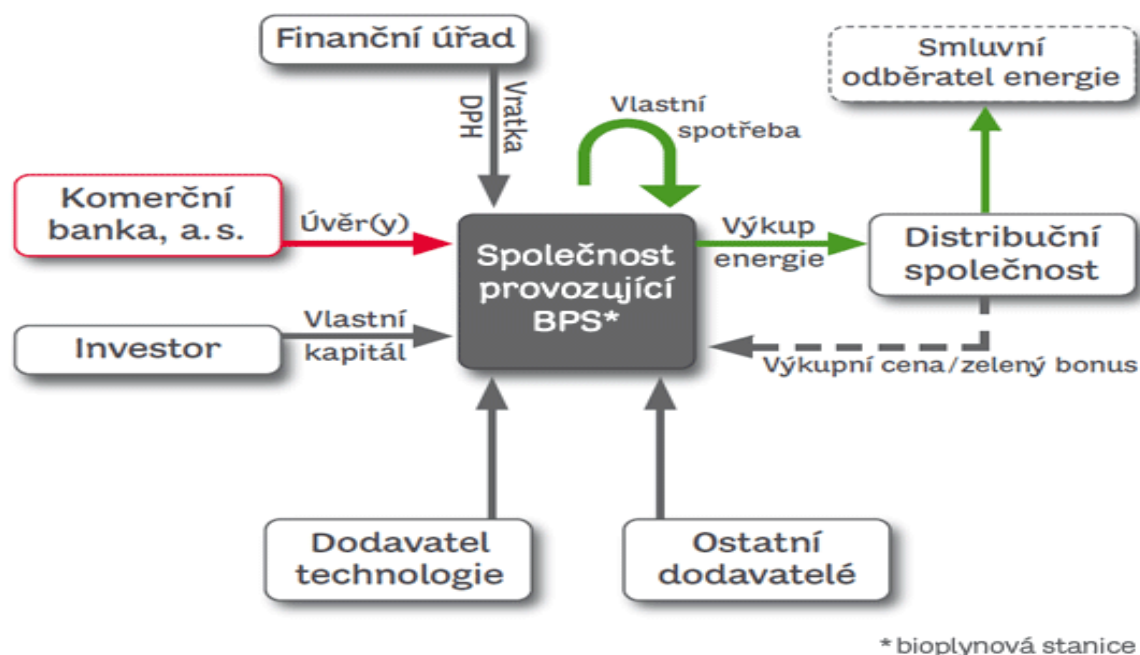
Bioplynové stanice představují reálnou alternativu pro smysluplné využití zemědělské produkce a novou podnikatelskou příležitost pro zemědělce.

Nabídka

Bioplynové stanice jsou moderní a ekologická energetická zařízení se běžně provozují v celé Evropské unii. Zpracovávají cíleně pěstované energetické plodiny prostřednictvím procesu anaerobní digesce bez přístupu vzduchu v uzavřených reaktorech. Výsledkem procesu je pak bioplyn, který je nejčastěji používán k výrobě elektřiny a tepla, a digestát využívaný jako kvalitní hnojivo. Vyrobenou elektřinu a teplo lze spotřebovávat v provozu nebo dodávat do sítě za výkupní cenu.

Na produkci bioplynu se vztahují státní podpory, ať už jde o garantované výkupní ceny elektřiny stanovené na 20 let dopředu nebo o finanční podporu z operačních programů a ze státního programu na využití obnovitelných a druhotných energetických zdrojů.

Obrázek č. 12: Schéma nabídky financování BPS od Komerční banky



Zdroj: Komerční banka [38]

Výhody: [38]

- garantované různé formy státní podpory, které z investice do bioplynové stanice dělají výnosnou a jistou investici
- tým specialistů KB na problematiku alternativních zdrojů energie je připraven poskytnout individuální konzultace pro nejlepší způsob financování již při zpracování podnikatelského záměru
- na jednom místě je možné vyřešit zdroje financování i výhodné pojištění na dobu výstavby a provozu bioplynové stanice

Úvěr na spolufinancování projektu: [38]

- krátkodobý překlenovací úvěr na pokrytí DPH
- střednědobý úvěr na předfinancování dotace
- dlouhodobý investiční úvěr na výstavbu bioplynové stanice
- sloučení střednědobého úvěru na předfinancování dotace a dlouhodobého investičního úvěru na výstavbu bioplynové stanice do jednoho úvěru s mimořádnou splátkou po obdržení dotace

- odložení splátek jistiny po dobu výstavby a uvedení do provozu
- pravidelné splácení z výnosů generovaných projektem, tedy z tržeb za prodej elektrické energie, případně tepla

Co si připravit pro jednání s bankou: [38]

Před zahájením jednání s bankou je nezbytné mít konkrétní představu o projektu po stránce technické, ekonomické, realizační i provozní. Vše se dá shrnout do stručného podnikatelského záměru. Kromě základních údajů o investorovi projektu budou bankovní specialisty zajímat tyto informace:

- **důvody**, které vedou k realizaci projektu
- **aktuální stav** projektu
- **výše a struktura nákladů** projektu
- **vlastní zdroje** – výše prostředků, které hodláte do projektu vložit
- **předpokládaná lokalizace**
- **struktura a množství vstupů** a způsob jejich zajištění, logistika a skladování
- **zajištění vyvedení výkonu do sítě**
- **zda bude využíváno teplo**
- **uvažovaný dodavatel** stavebních prací
- **právní forma** – účelově založená nebo existující firma

4.5 Analýza trhu

4.5.1 Analýza trhu, odhad poptávky, marketingová strategie

Zjišťování podmínek trhu má v tomto případě dvě roviny. V první řadě je pro producenta, výrobce, vždy důležité zda svůj výrobek prodá. Tato skutečnost je rozpracována v následujícím bodě, vzhledem k úzké vazbě na několik norem.

Druhou rovinou je zajišťování surovin. Vzhledem k faktu, že investor není současně také producentem suroviny, nebo odpadů vhodných pro výrobu bioplynu, je nutné tyto vstupy zajišťovat u dalších subjektů. [39, str. 8]

Zajišťování surovin pro bioplynovou stanici musí splňovat několik základních kritérií: [39, str. 8]

- Region pro zajišťování surovin nesmí být příliš rozsáhlý – efektivní logistika svozu
- Získané suroviny musí být „kvalitní“ z hlediska bioplynu, tak aby nebyla převážena surovina s nízkým obsahem organické sušiny, která je důležitá z hlediska produkce bioplynu
- Jednotlivé získané suroviny musí být z jednoho místa v dostatečném množství, tak aby bylo opět efektivně sváženo velké množství velkoobjemovými vozy
- Cena za suroviny/poplatek za likvidaci odpadu musí korespondovat s náklady na dopravu

4.5.2 Zajištěné suroviny

Tabulka č. 3: Přehled zajištěných surovin

název vstupu množství t/rok místo subjekt

Název vstupu	Množství / rok / t	Místo	Subjekt
Zbky krmiva hospod.zvířat	400	Hroznová Lhota	<u>AGROKOOP, a.s.</u>
Drůbeží hnůj	300	Ratiškovice	<u>Agropodnik Hodonín, a.s.</u>
Hovězí kejda	850	Milotice	<u>Agropodnik Hodonín, a.s.</u>
Odpady posklizňové linky	900	Sobůlky	<u>AZURKA, s.r.o.</u>
Odpady posklizňové linky	350	Archlebov	<u>Petr Chaloupka</u>

Zdroj: Bioplynová stanice [40]

Výše uvedené množství není dostatečné pro provoz bioplynové stanice s elektrickým výkonem 500 kW. V této fázi zpracovatel doporučuje další suroviny pro doplnění vstupu do požadované kapacity.

4.5.3 Analýza rizik

V případě využití biomasy pro výrobu bioplynu jsou zřejmě na prvním místě mezi riziky přírodní vlivy. Vzhledem k masivnímu rozšíření využívání biomasy a k diverzitě zdrojů biomasy však i tato rizika nebudou oproti současnému stavu výrazně narůstat. Dalšími výraznými riziky jsou rizika technická, neboť na cestě od surové biomasy po konečnou výrobu elektrické energie stojí celý řetěz technologií a relativně složitá logistika.

Dále jsou uvedeny předpoklady a rizika, která mohou významně ovlivnit ekonomickou stránku využívání bioplynu pro energetické účely: [39, str. 16]

4.5.4 Předpoklady

Autorizace, povolení, příp. EIA, Zajištění dostatečných skladovacích prostor, úpravy surovin a zařízení pro dopravu a manipulaci se surovinami, Detailní analýza zdrojů biomasy z hlediska jejich kvalitativních i kvantitativních parametrů na celé období ekonomické životnosti projektu, Dobře zpracovaná logistika – kritická cesta s vyřešením potenciálních výpadků – zajištění náhradní dodávky surovin apod., Podpis dlouhodobé dohody o dodávkách biomasy, pokud je projekt závislý na konkrétním zdroji se specifikací vývoje ceny, Možnost připojení do DS požadovaného výkonu, Zajištění výkupu elektřiny, Snaha využít tepelnou energii. Zajištění servisu a pojištění, Zajištění využití hnojivého fugátu

4.6 Porovnání investiční výhodnosti pro zemědělskou a odpadovou BPS

Následující kapitoly shrnují dosavadní poznatky o obou typech BPS. Zaměřují se v nich na srovnání fungování obou typů, a na zjišťování, zdali je jeden z typů pro investice výhodnější nežli ten druhý.

4.6.1 Porovnání investic z různých hledisek

Z výše uvedených informací vyplývá, že donedávna se investoři a zřizovatelé zaměřovali zejména na zemědělské BPS. Většina těchto stanic zpracovává prasečí či hovězí kejdu, někdy spolu s dalšími vstupními surovinami. „Kejda prasat je směs tuhých a kapalných výkalů s různým podílem technologické vody. Změnou technologie krmení prasat, systému jejich napájení a snížením objemu technologické vody pod 25% se zvýšil podíl sušiny“, [40, str. 2] která je důležitou surovinou pro fermentaci. Důležitým faktorem však zůstává skutečnost, že pokud je BPS postavena v místě s dobrým zásobováním prasečí kejdy, objem přijatého materiálu může zůstat po několika let stabilní.

V případě kejdivé BPS lze rozpočítat investice na vybudování BPS přibližně takto [40, str. 2]:

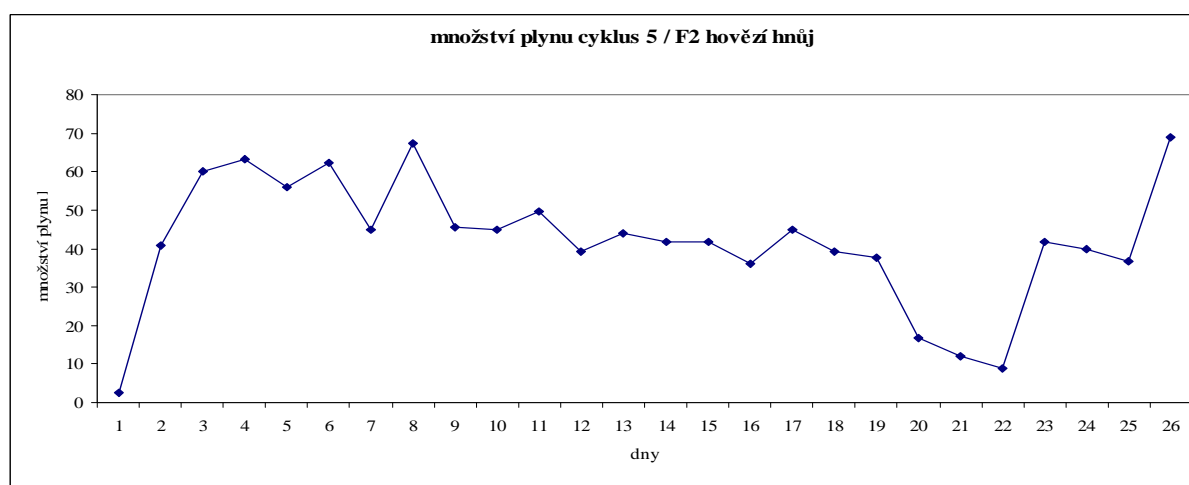
- Stavební část (fermentor s izolací a ostatní stavby) 43%
- Kogenerace (kogenerační jednotka, plynovod a plynojem, náklady na připojení k síti) 23%
- Technologický ohřev (skladování odpadního tepla, vytápění fermentoru a napojení ostatních spotřebičů teplé vody) 17%
- Kejdové hospodářství (čerpací a míchací technika, potrubní vedení a vyvážecí technika) 13%
- Plánování a externí mzdové náklady 4% investičních nákladů

Pro hodnocení ekonomické efektivnosti investice do bioplynové stanice můžeme využít výpočet doby návratnosti vložené investice. Obecně pro bioplynové stanice platí, že doba návratnosti investice do 5 let je velmi dobrá, do 10 let přijatelná, avšak po 15 letech je třeba počítat s vyššími náklady na úpravu a údržbu. Na počátku vždy stojí odhadní jednotky, musí se také počítat se záložními vstupními zdroji, v případě, že předpokládané zdroje surovin přeruší dodávku.

Jak vyplývá z šetření (viz kapitola 2), BPS není výhodná pro zemědělské podniky, v nichž je rozloha půdy nižší než 500ha. Také úzká specializace některých zemědělských společností brání širšímu využití BSP. Zatímco ve velkých podnicích se již využívá BPS s několika formami vstupních surovin, na vývoji malých zemědělských BPS se teprve pracuje. Obecně platí, že čím větší stanice, tím vyšší jsou investiční náklady.

Na následujících dvou grafech uvádím příklad vhodnosti vstupních surovin:

Obrázek č. 13: Hovězí hnůj

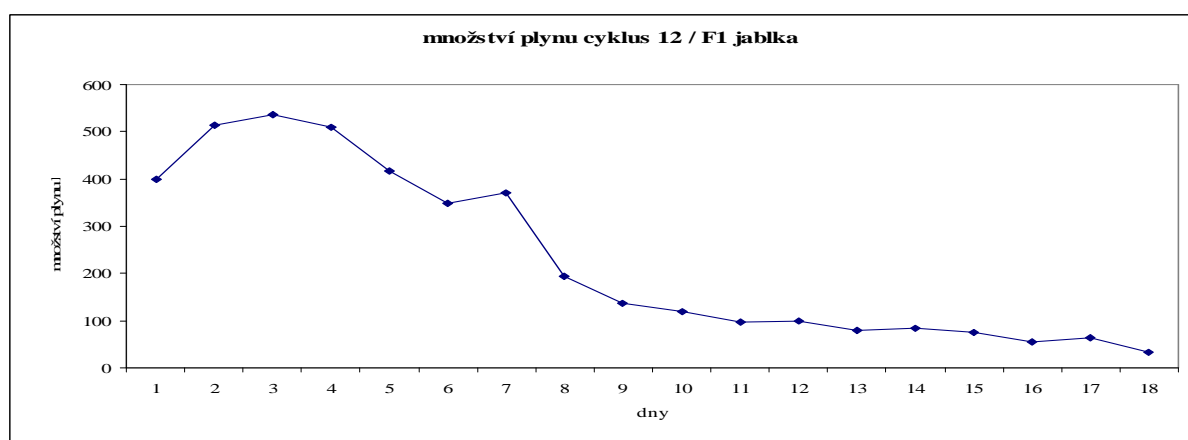


Zdroj: Výzkum „suché“ fermentace, [41]

Charakteristika vstupní suroviny:

- velmi malé objemy bioplynu
- kvalitní bioplyn 55 – 60% CH₄
- nejstabilnější proces, prakticky bez výkyvů pH
- velké přebytky perkolátu
- vhodný ke stabilizaci procesu
- vhodný při uvádění stanice do provozu

Obrázek č. 14: Vedlejší produkt ze zpracování jablek



Zdroj: Výzkum „suché“ fermentace, [41]

Charakteristika vstupní suroviny:

- největší objemy bioplynu v počáteční fázi
- nejkvalitnější bioplyn – přes 60% CH₄
- do 10 dnů je materiál vyčerpán
- stabilnější než kukuřičná siláž, méně stabilní než ostatní substráty – pH 6,5 – 8,5
- velké přebytky perkolátu
- vhodný doplněk k materiálům s pomalejším náběhem nebo s vyšší sušinou (např. travní senáž)

V zemědělské BPS se vstupní suroviny velmi často kombinují, aby bylo dosaženo co nejefektivnějšího výkonu. V zahraničí již dokonce vyvinuli BPS, která dokáže zpracovat dokonce i tuhý domovní odpad (viz kapitola 2), avšak v Čechách se zatím nejčastěji kombinují pouze suroviny vyprodukované danou zemědělskou společností. Charakteristiky výše uvedených ukázkových surovin dokládají, že na složení vstupní suroviny závisí i kvalita

vyprodukovaného bioplynu – pokud tedy během fungování BPS bude nutno upravit složení těchto surovin, může to pozitivně i negativně ovlivnit návratnost vložených investic.

Důležitým faktorem však zůstává skutečnost, že za odpady ze zemědělské produkce musí provozovatelé BPS platit, zatímco vlastníci odpadové BPS, zpracovávající převážně biologicky rozložitelný odpad, dostávají za zpracování tohoto odpadu zaplacen. Tím se zvyšuje rychlost návratnosti investic o několik let. I přesto, že suroviny pro zpracování v odpadových BPS jsou široce dostupné, je jejich získání často obtížnější, nežli je tomu v případě zemědělské BPS.

Dalším z aspektů, který je při porovnání nezbytné zohlednit, jsou pořizovací náklady. Jak jsem již uvedla, pořizovací náklady pro zemědělskou BPS jsou dvakrát až třikrát nižší nežli u odpadových BPS. Negativní faktorem je také poměrně nízká výkupní cena bioplynu z odpadových BSP, a omezené dotace na provoz těchto stanic. Kladem však může být vzrůstající poptávka po těchto stanicích – dotace z různých programů EU mohou pokrýt až 60% pořizovacích nákladů, což může vyvážit vysokou hodnotu na počátku. V oblasti způsobu zpracování BRO se velmi pokročilo, a bioplynová stanice je jednou z možností, jak snížit nejen objem BRO, ale též skládkového odpadu, který se hromadí v každé obci, a který může negativně ovlivnit životní prostředí.

Důležitou vlastností, které se lidé obávají při zřízení odpadové BPS, je zápach. Odpadová BSP musí splňovat přísná kritéria, omězující její provoz v případě, že zápach přesáhne limitní hodnoty. V případě schvalování projektu je obtížnější dosáhnout kladného výsledku v případě BSP zpracovávající odpad, neboť zde je nutno dbát na správné zařazení fermentorů, které eliminují zápach, a také, jelikož většinou je zřizovatelem BPS obec či město, vzít v úvahu názor obyvatel dané obce. Dosavadní výzkumy však ukazují, že obavy z nadměrného hluku či zápachu z odpadových BPS jsou neopodstatněné, a mnohem více je třeba se obávat zápachu a vzniklých plynů z nahromaděného skládkového odpadu. Proto je pro obce snazší získat dotace z Evropských fondů, pokud prokáží vyrovnané hospodaření za uplynulý rok.

Obtížně zvládnutelným faktorem pro vybudování odpadové BPS je využití digestátu, tedy zbytku z fermentačního procesu. Zatímco provozovatelé zemědělské BPS mohou tento digestát využít jako hnojivo, odpadový digestát podléhá přísným schvalovacím procesům, které se zakládají na měřeních a podkladech od odborníků. Protože odpadová BPS se začala uvádět do provozu později nežli zemědělská BPS, a uplatnění vstupních surovin se stále

rozšiřuje, provozovatel musí prokázat, že výstupní digestát splňuje stanovené limity a může být použit například jako hnojivo.

Výše uvedené důvody jsou možná na počátku vzájemné rivality „Zemědělci versus města“, v níž se komunální organizace spolu se zemědělskými organizacemi předhánějí v provozování lepších bioplynových technologií, snadnější dostupností a větší efektivností.

Souhlasím s názorem [42], že pro jakékoliv bioplynové stanice příznivě hovoří zejména příležitosti k výrobě elektřiny a tepla z obnovitelných zdrojů, které jsou nejméně šestkrát větší než to, co dnes čerpáme. Rovněž ceny bioplynu jsou nastaveny tak, že se na tom dá vydělat. Pro letošní rok Energetický regulační úřad stanovil výkupní cenu jedné kilowatthodiny na 3,55 koruny u komunálních bioplynových stanic [43]. Bioplynky, které více než polovinu biomasy využívají z cíleně pěstovaných energetických plodin, dostanou 4,12 koruny. Tento parametr však splňují pouze zemědělské stanice.

Jak uvádí někteří odborníci, kromě vyšší výkupní ceny elektřiny mají zemědělské bioplynky oproti komunálním několik dalších výhod. Jak jsem již uvedla dříve, jejich technologie je jednodušší, což zároveň klade menší nároky na obsluhu. Je levnější je vybudovat i udržovat v chodu a samotná příprava stavby a uvedení do provozu byly donedávna legislativně průhlednější. Nové odpadové BPS však byly instalovány jako plně automatické, což náklady na chod celé stanice významně snižuje.

Příjmy z výroby elektřiny nicméně umožňují zemědělcům přežít propad cen mléka nebo obilí. Půdu, která by jinak ležela ladem, mohou osévat plodinami, z nichž bioplynová stanice dostane nejvíce energie. Jako vedlejší produkt vzniká navíc v bioplynkách tekutina, tzv. digestát, jež slouží jako kvalitní hnojivo.

Zemědělské bioplynové stanice mají oproti těm komunálním ještě jednu podstatnou výhodu. Přesvědčit lidi, aby třídili zbytky ovoce, zeleniny, ale i posečenou trávu, není zdaleka jednoduché. Většina obyvatel venkova má vlastní kompost, který jim slouží zároveň jako zdroj hnojiva, a BRO raději zužitkují doma, nežli by ho poskytli lokální BPS. Obyvatelé měst často opomenou BRO vytržít, tudíž ho nelze získat dostatek.

Majitel družstva zabývajícího se svozem komunálního odpadu ve městě Havířov Miloslav Odvárka však výše uvedené argumenty vyvrací. Již před rokem se mu podařilo přesvědčit obyvatele okolních obcí i zastupitelstva, aby cenný materiál ukládali do speciálních nádob. Fakt, že budou lidé třídit bioodpad, neznamená žádné vyšší náklady, spíše naopak.

Tvrdí, že „podle statistik je ve směsném komunálním odpadu zhruba čtyřicet procent právě biologicky rozložitelného odpadu. Šedesát procent je pak ostatní odpad. V současné době jde všechno bez rozdílu na skládku. Když se však těch čtyřicet procent vytřídí, bude to citelná úspora"[44]. Postupem času chce zapojit lidi ve třicetkilometrovém okruhu okolo žďárského sídla firmy. "Svážíme odpad od 200 tisíc obyvatel, takže budeme mít šest až sedm tisíc tun bioodpadu. Vyplatí se to přitom nám i městům, protože ukládání na skládky je příliš drahé," [44] doplňuje. Kuchyňský odpad navíc zabezpečí až 4 krát vyšší produkci bioplynu nežli kejda.

Zájem měst a obcí o spolupráci vzrůstá, což se zdá být příslibem pro další rozvoj komunálních bioplynů. Důležitým aspektem v tomto směru bude, zda tuzemský trh poskytne dostatek kvalitních firem pro jejich realizaci. Zatím je jich na úrovni necelá desítka. Druhým krokem pak bude přesvědčit obyvatele daných obcí ke spolupráci.

4.6.2 Ekonomická efektivnost

Výpočet ekonomické efektivnosti hodnotí dosažené výnosy (efekty) ve srovnání s náklady (nároky) na realizaci a provoz posuzované investice. Ekonomická efektivnost se měří penězi, proto její výpočet nemůže obsahovat peníze neměřitelné veličiny, mezi něž patří i většina přínosů ve prospěch životního prostředí. Ekonomické hodnocení proto může poskytnout pouze odpověď na otázku, kolik to bude investory, případně další zainteresované, stát a jaký je ekonomický efekt. Konečné rozhodnutí vždy záleží na tom, kdo vkládá do projektu hlavní podíl. Rozhodnutí může být ovlivněno i zájmem o přispění ke zlepšení životního prostředí, přestože z toho neplyne bezprostřední peněžní efekt. Lze si pouze spočítat, kolik dané investiční rozhodnutí bude stát.

Zjednodušený výpočet ekonomické efektivnosti lze provést porovnáním dosažených ročních přínosů z úspor energie s vynaloženými investičními náklady. Prostá návratnost vynaložené investice se vypočte takto: [44]

$$T_i = \frac{IN}{CF}$$

kde jsou

IN	investiční, jednorázové náklady na realizaci úspor
V	výnosy z realizace, např. roční hodnota úspor energie
Np	roční provozní náklady
$CF = V - Np$ roční úspory v peněžní podobě	

Toto často používané kritérium (nejkratší návratnost vložených investic) zanedbává řadu podstatných faktorů jako např. budoucí růst cen energie, ale i fakt, že peníze můžeme vložit do jiných investičních příležitostí. Tím, že zanedbává efekty po době návratnosti, znevýhodňuje ty investice do úspor či OZE, které mají dlouhou dobu životnosti, např. zateplování budov nebo malé vodní elektrárny. Výpočet prosté návratnosti nám proto o ekonomické efektivnosti dává pouze orientační představu.

4.6.3 Shrnutí

Z mého srovnání vyplývá, že nelze jasně stanovit, zdali je automaticky výhodnější investovat do odpadové či do zemědělské bioplynky. Pořizovatelé každé jednotlivé BPS by měli zvážit klíčové otázky a zaměřit se na získání dostatku zpracovaných vstupních surovin. Odpadová BPS je sice obecně považovaná za obtížněji vybudovatelnou, neboť její výstavbu doprovází složitější povolovací proces a větší obavy obyvatel. Vzhledem k množství odpadu vyprodukovaného firmami a domácnostmi se však investice do BPS vyplatí, zcela jistě větším obcím, neboť skládkování se ukázalo jako dále neudržitelné a je nezbytné zpracovat vzrůstající množství odpadu efektivnějším způsobem.

Zemědělské BPS jsou v Čechách rozšířenější zejména proto, že zde existuje mnoho zemědělských družstev obdělávajících dostatečně velkou půdu a vlastnících mnoho zemědělských zvířat, jeichž kejda je vhodná pro použití jako vstupní surovina pro BPS. Navíc mohou vypěstovat dodatekové vstupní suroviny, které doplní případný nedostatek v běžných vstupních surovinách. Vzhledem ke skutečnosti, že pořizovatelé obou typů BPS mohou žádat o dotace z fondů EU, mohou se pořizovací náklady rozdělit mezi vícero osob. Lze také požádat o půjčku v některé z uvedených bank, která podporuje výstavbu BPS zejména z důvodu podpory ochrany životního prostředí, které se stává dobrou obchodní komoditou.

Efektivita daných BPS závisí též na několika faktorech, zejména na rychlosti návratnosti vložených investic a na kvalitě a způsobu odběru vyprodukovaného bioplynu. Zemědělské BPS mohou zemědělcům pomoci k nezávislosti na velkých dodavatelských plynu, čímž zároveň mohou ušetřit část svých nákladů. Větší efektivitu však lze dosáhnout prodejem kvalitního bioplynu, což však závisí i na kvalitě vstupních surovin a na dodržení přesného fermentačního procesu.

Dle mého názoru se do budoucna vyplatí investovat spíše do odpadových BPS, neboť tato investice se navrátí nejen z ekonomického hlediska, ale také z hlediska řešení dalších palčivých otázek, vztahujících se k ochraně životního prostředí, například jak naložit s domovními odpady a s již existujícími skládkami odpadů všeho druhu.

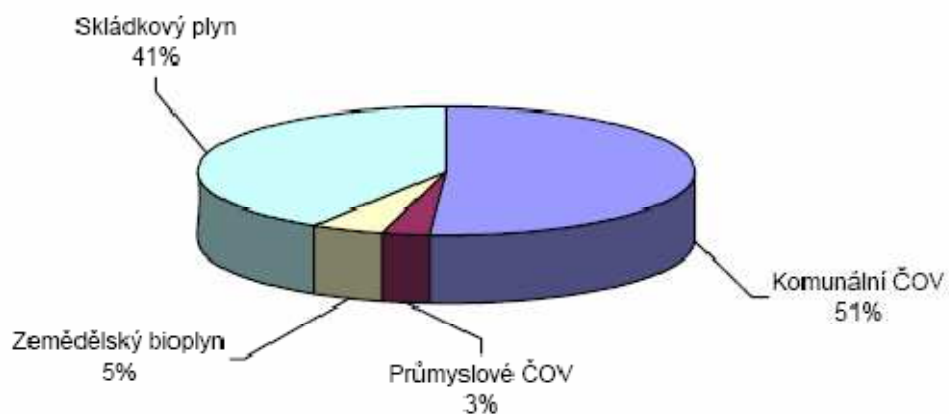
4.7 Současný stav a možnosti rozvoje BPS v ČR

V současnosti je v ČR v provozu přibližně 60 bioplynových stanic. Dalších cca 20 až 30 je v různém stupni rozestavěnosti. Lze tedy konstatovat, že se nacházíme v době výrazného zájmu o tuto technologii a masivního zvyšování počtu BPS a jejich zpracovatelské kapacity. Pro porovnání v roce 2007 bylo v ČR v provozu pouhých 15 BPS. [9] Na druhou stranu byl odhadován dostupný potenciál rozvoje BPS pro ČR až na čtyřnásobek stavu na konci roku 2009. Největší potenciál rozvoje BPS je vedle zemědělství komunální sféra. Zpracování biologicky rozložitelných komunálních odpadů (BRKO) v BPS je nadějnou formou jejich odstraňování u mnohých komunálních samospráv. Předpokládá se, že města s počtem obyvatel nad 50 000 budou provozovat svá vlastní zařízení, ze kterých se bude získávat kromě elektrické energie, tepla a kompostu ještě separovaný spalitelný zbytek. To by v ČR znamenalo nejméně 24 nových bioplynových stanic. Výhledově lze předpokládat i použití podobné technologie v sídlech s více než 30 000 obyvateli, to je dalších nejméně 16 BPS. [9] Nejméně proto, že se mohou menší sousední obce dohodnout na výstavbě společného zařízení. Zajímavou možností pro komunální bioplynové stanice je skutečnost, že mohou rovněž částečně zpracovávat místní zemědělské a potravinářské substráty.

Největší překážkou pro další rozvoj bioplynových technologií v ČR nadále zůstávají jejich relativně vysoké investiční náklady a náročné bezpečnostní požadavky, které jsou především u malých bioplynových stanic velkým omezením. Investiční náklady jsou ovlivněny řadou okolností, například lokalitou výstavby, možnostmi využití stávajících zařízení (jímky, silážní žlaby apod.), vybudovanou infrastrukturou v místě realizace, vlastnostmi zpracovávaného

substrátu, zvolenou technologií apod. Určit měrné investiční náklady na jednotku instalovaného elektrického výkonu tedy není snadné. Z údajů ze zahraničí i z ČR však vyplývá, že měrné náklady na jednu kilowatu se s rostoucím instalovaným výkonem snižují. [9] Proto je ekonomicky rozumnější stavět BPS od instalovaného elektrického výkonu cca 400kW_e. Od této hranice už měrné náklady klesají pouze pozvolně.

Obrázek č. 15: Zdroje plynu v ČR



Zdroj: Statistiky Ministerstva průmyslu a obchodu [9]

5. Závěr

Bioplynové stanice jsou v České republice již zavedeným pojmem. Ze zařízení, které bylo dříve považováno zejména za jednu z možností zpracování vedlejších zemědělských produktů, se stal hlavní předmět nejen způsobu ochrany životního prostředí, ale také možného řešení narůstajícího množství komunálního odpadu.

Od zavedení první BSP značně pokročila jak technika umožňující fermentaci, tak i požadavky kladené na samotnou stanici a její provoz. Vzhledem k omezenému množství peněz, které je možno získat ze strukturálních fondů Evropské Unie, vznikla mezi provozovateli již zavedených zemědělských BPS a nově se rozvíjejících odpadových BPS určitá rivalita. Vzájemné poukazování na nedostatečné zabezpečení správného chodu stanice či nekvalitní výstupní agregát se může zdát jako maličkost, avšak v právních důsledcích může znamenat ztrátu klíčových finančních zdrojů, bez nichž nelze danou stanici spustit.

Proto jsem se ve své práci zaměřila na porovnání obou druhů BSP. Vybrala jsem ty nejdůležitější charakteristiky obou typů stanic, popsala proces fermentace i co je k tomuto procesu nezbytné získat, a uvedla příklady surovin, které je možno k fermentaci použít. Po detailnější analýze jsem nabyla přesvědčení, že dlouhodobě výhodnější je z mého pohledu investování do odpadových BPS, zejména pokud je zřizuje obec, která tím naplňuje plán ochrany životního prostředí. Avšak domovní odpad již umí zpracovávat i některé zemědělské BPS, nejen ten biologicky rozložitelný, ale i některé druhy tuhého domovního odpadu. Proto již nyní nemám tak vyhraněný názor.

Zcela však souhlasím s odborníky, kteří se domnívají, že BPS jsou správným řešením palčivých otázek, vztahujících se k narůstajícímu množství zemědělského i komunálního odpadu. Bez iniciativy občanů však nemohou odpadové BPS správně fungovat, neboť netřídění odpad se dá jen ztěžít použít k fermentaci. Výstavbu každé stanice by tak měly doprovázet semináře a motivační programy vztahující se k tomuto tématu, aby si občané uvědomili, jakým způsobem mohou ke zdravému prostředí přispívat i oni sami.

Věřím, že jsem svou prací přispěla k osvětlení tématu investiční výhodnosti investic do zemědělské a odpadové BPS, a nabídla nový pohled na tuto problematiku.

Seznam použitých zkratk:

BPS – Bioplynová stanice

ČOV – Čistírna odpadních vod

VŽP – vedlejší živočišné produkty

EP – Evropský parlament

EU – Evropská Unie

ES – Evropské společenství

SKO – směsný komunální odpad

ČR – Česká republika

IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control (Integrovaná ochrana a kontrola znečištění)

MŽV – Ministerstvo životního prostředí

OZE – Obnovitelné zdroje energie

TTP – trvalé travní porosty

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

ERU – Energetický regulační úřad

BRO – biologicky rozložitelný odpad

KB - Komerční banka

EIA – vyhodnocení vlivů na životní prostředí

Seznam použité literatury:

- [1] FEČKO Peter; KUČEROVÁ, Radmila; LYČKOVÁ, Barbora. Využití odpadních kalů. Multimediální učební texty zaměřené na problematiku zpracování kalů. Vydáno pro studenty VŠB – TUO. Ostrava. 2008. (online) Dostupné z WWW: <<http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Bara/vyuziti.html>>
- [2] Co je to bioplynová stanice? Článek publikovaný na odborném internetovém serveru EnviWeb.cz. Členové redakce: JANOUSEK, Radek a spol. 2008. (online) Dostupné z WWW: <http://www.enviweb.cz/page/co_je_to_bioplynka>
- [3] Bioplynové stanice. Dokument vydaný společností Calla a Nadací rozvoje občanské společnosti. (online) Dostupné z WWW: <<http://www.calla.cz/images/odpady/vystava/protisk/6.pdf>>
- [4] Oficiální internetové stránky informující o bioplynové stanici Úpice. (online) Dostupné z WWW: <<http://www.bpsupice.cz/informace-o-bps>>
- [5] BRANDEJSOVÁ, Eliška; PŘIBYLA, Zdeněk. Bioodpad – Bioplyn – Energie. Sborník vydaný Českým ekologickým manažerským centrem. Praha 2009
- [6] Sbírka zákonů online. 2011. (online) Dostupné z WWW: <<http://zakony-online.cz>>
- [7] Anaerobní technologie. Dokument uveřejněný na stránkách společnosti Bioprofit. 2010. (online) Dostupné z WWW: <http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm>
- [8] DOHÁNYOS, M. Anaerobní reaktor není černou skříňkou – teoretické základy anaerobní fermentace. Uveřejněno na odborném internetovém serveru Biom.cz. 2010 (online) Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/anaerobni-reaktor-neni-cernou-skrinkou-teoreticke-zaklady-anaerobni-fermentace>>
- [9] MUŽÍK, O.; KÁRA, J. Rozvoj bioplynových technologií v podmínkách ČR. Vydal Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha. 2008 (online) Dostupné z WWW: <<http://svt.pi.gin.cz/vuzt/publ/P2009/132.PDF>>
- [10] DOHÁNYOS, M. Teoretické základy anaerobní fermentace. Uveřejněno na internetových stránkách České bioplynové asociace. 2011 (online) Dostupné z WWW: <<http://www.czba.cz/index.php?art=page&parent=vse-o-bioplynu&nid=teoreticke-zaklady-anaerobni-fermentace>>
- [11] Technologický záměr. Čerpáno z oficiálních internetových stránek Energetického centra Tišnov. 2010 (online) Dostupné z WWW: <<http://www.ecentrumtisnov.cz/projekt-bps-tisnov/technologicky-zamer>>
- [12] ZEMAN, Petr. Využití bioplynu ze skládek odpadů. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati Zlín. Obhájeno 2005.
- [13] STRAKA, F.; DOUCHA, J. Nové možnosti energetického využití bioplynu. Uveřejněno na odborném internetovém serveru magazínu Energie21. 2010 (online) Dostupné z WWW: <http://www.energie21.cz/Nove-moznosti-energetickeho-vyuziti-bioplynu_s303x46017.html>
- [14] Typy bioplynových stanic. Uveřejněno na internetových stránkách společnosti Enviton. 2008. (online) Dostupné z WWW: <<http://www.bioplynovestanice.cz/cleneni-bps>>

- [15] KAJAN, M. Bioplyn z odpadů živočišné výroby. Uveřejněno na odborném internetovém serveru Biom.cz. 2010 (online) Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplyn-z-odpadu-zivocisne-vyroby>>
- [16] Desatero bioplynových stanic. Dokument vydaný ve zpravodaji Ministerstva zemědělství. Uveřejněno na odborném internetovém serveru Biom.cz. 2009 (online) Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/novinky/desatero-bioplynovych-stanic>>
- [17] Operační program Životní prostředí. Informační dokument uveřejněný na internetových stránkách Evropských strukturálních fondů. 2010 (online) Dostupné z WWW: <<http://www.strukturalni-fondy.cz/getdoc/f9317e66-a22a-48e2-8238-f20ae93b4c6d/OP-Zivotni-prostredi>>
- [18] KÁRA, J.a spol. Výroba a využití bioplynu v zemědělství. Metodický dokument vydaný s podporou Ministerstva zemědělství. 2007 (online) Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/file/26952/Vyrobaavyuzitbioplynu.pdf>>
- [19] HABART, J.; STUPAVSKÝ, V. Potenciál zemědělských bioplynových stanic. Uveřejněno na odborném internetovém serveru magazínu Energie21. 2010 (online) Dostupné z WWW: <http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Potencial-zemedelskych-bioplynovych-stanic_s303x47921.html>
- [20] FIALOVÁ, Z. Bioplyn přispěje ke stabilizaci družstva. Uveřejněno na odborném internetovém serveru magazínu Energie21. 2010 (online) Dostupné z WWW: <http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Bioplyn-prispeje-ke-stabilizaci-druzstva_s303x48713.html>
- [21] Bioplynová stanice Klučenice. Oznámení o záměru výstavby bioplynové stanice. Podavatel: Stanislav Žák. Klučenice 2008
- [22] PĚČEK, J. Úprava kalů z čistíren odpadních vod před jejich dalším využitím. Diplomová práce. Fakulta strojního inženýrství VUT Brno. Obhájeno 2010
- [12] ZEMAN, Petr. Využití bioplynu ze skládek odpadů. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati Zlín. Obhájeno 2005.
- [24] SLEJŠKA, A.; VÁŇA, J. Možnosti využití BRKO prostřednictvím kompostování a anaerobní digesce. Uveřejněno na odborném internetovém serveru Biom.cz. 2010 (online) Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-brko-prostrednictvim-kompostovani-a-anaerobni-digesce>>
- [25] Výstavba komunálních bioplynových stanic s využitím BRKO. Informační dokument vydaný Ministerstvem životního prostředí. 2009. (online) Dostupné z WWW: <<http://www.czbiom.cz/data/Upload/PDF/bioplynky.pdf>>
- [26] Energetický regulační úřad. Strukturální fondy EU – přehled zdrojů financování. 2010 (online) Dostupné z WWW: <http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=822>
- [27] BRANDEJSOVÁ, Eliška; PŘIBYLA, Zdeněk. Bioodpad – Bioplyn – Energie. Sborník vydaný Českým ekologickým manažerským centrem. Praha 2009
- [28] Bioodpad jako zdroj organické hmoty pro zemědělskou půdu. Sborník z konference věnované bioodpadovému hospodářství. 2010 (online) Dostupné z WWW: <

http://www.kompostuj.cz/fileadmin/1_Bioodpad_a_kompostovani/Vime_jak/sbornik_cely_bi_oodpad_jako_zdroj_organicke_hmoty.pdf

[29] Oficiální internetové stránky informující o bioplynové stanici Úpice. (online) Dostupné z WWW: < <http://www.bpsupice.cz/integrovaný-system> :

[30] PEŠL, M. Legislativa zneškodňování a využití biologicky rozložitelného odpadu. Bakalářská práce. Fakulta strojního inženýrství VUT Brno. Obhájeno 2009.

[31] VODSTRČIL, M. Analýza efektivnosti investičního projektu a jeho financování. Diplomová práce. Ekonomicko-správní fakulta MU Brno. Obhájeno 2008

[32] VALACH, J.: Investiční rozhodování a dlouhodobé financování. Nakl. Ekopress,. Praha. 2006

[33] KISLINGEROVÁ, E. a kol.: Manažerské finance. Nakl. C. H. Beck. Praha. 2007

[34] FIALOVÁ, Z. Bioplyn přispěje ke stabilizaci družstva. Uveřejněno na odborném internetovém serveru magazínu Energie21. 2010 (online) Dostupné z WWW: <http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Bioplyn-prispeje-ke-stabilizaci-druzstva_s303x48713.html>

[36] DVOŘÁČEK, T. Ekonomika bioplynových stanic pro zpracování BRO. Uveřejněno na odborném internetovém serveru Biom.cz. 2010 (online) Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomika-bioplynovych-panic-pro-zpracovani-bro>>

[37] DOMANSKÁ, L. Bioplynové stanice – nová příležitost k podnikání (2) Uveřejněno na odborném internetovém serveru Podnikatel.cz. 2007. (online) Dostupné z WWW: <<http://www.podnikatel.cz/clanky/bioplynove-panic-nova-prilezitost-k-podnikani-2>>

[38] GE Money Bank. Nabídka finančního programu pro výstavbu bioplynových stanic. 2011. (online) Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/projekty/ge-money-bank-financovani-vystavby-bioplynovych-panic-a-zpracovani-biomasy>>

[39] Komerční banka. Nabídka finančního programu pro výstavbu bioplynových stanic. 2011. (online) Dostupné z WWW: <<http://www.kb.cz/cs/firmy/firmy-s-obratem-nad-60-milionu/program-pro-financovani-bioplynovych-panic.shtml>>

[40] SEDLÁŘOVÁ L. Bioplynová stanice. Návrh žádosti výstavbu bioplynové stanice. Kyjov. 2010

[41] ABRHAM, Z.; MUŽÍK, O. Využití a ekonomika bioplynových stanic v zemědělském podniku. Výzkumný ústav zemědělské techniky. Praha. 2008

[42] Výzkum „suché“ anaerobní fermentace různých druhů biomasy za účelem výroby bioplynu. Powerpointová prezentace k projektu Dotačního programu Trvalá prosperita, vydaná Ministerstvem průmyslu a obchodu. Období realizace projektu 2008 – 2009. (online) Dostupné z WWW: < <http://www.files.tretiruka.cz/200001000-172e018283/108.ppt>>

[43] Zemědělské bioplynové stanice dostanou komunální konkurenci. Článek publikovaný na odborném internetovém serveru EnviWeb.cz. Členové redakce: JANOUŠEK, Radek a spol. 2008. (online) Dostupné z WWW: <

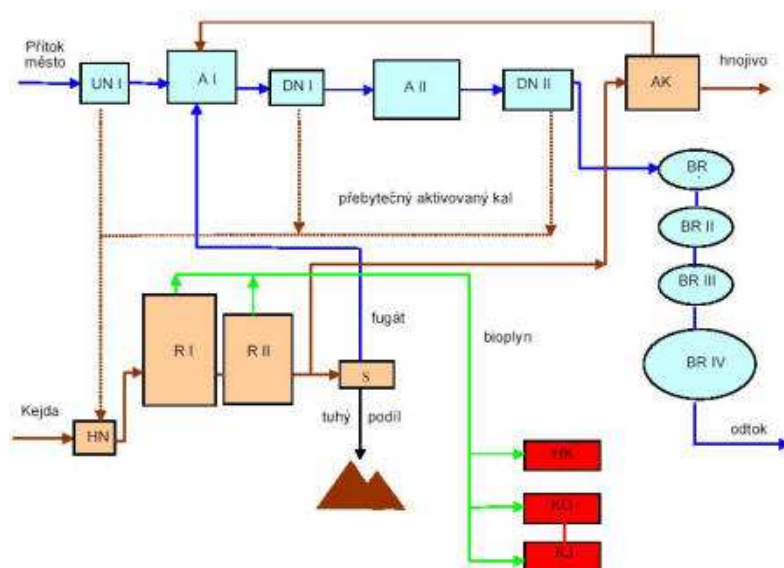
<http://www.enviweb.cz/clanek/bioplynky/82649/zemedelske-bioplynove-stance-dostanou-komunalni-konkurenci> >

[44] Energetický regulační úřad. Přehled právních předpisů ČR vztahujících se k energetice. (online) Dostupné z WWW: < http://www.eru.cz/dias-browse_articles.php?parentId=117 >

Príloha č. 1: Fermentační stanice v Třeboni.

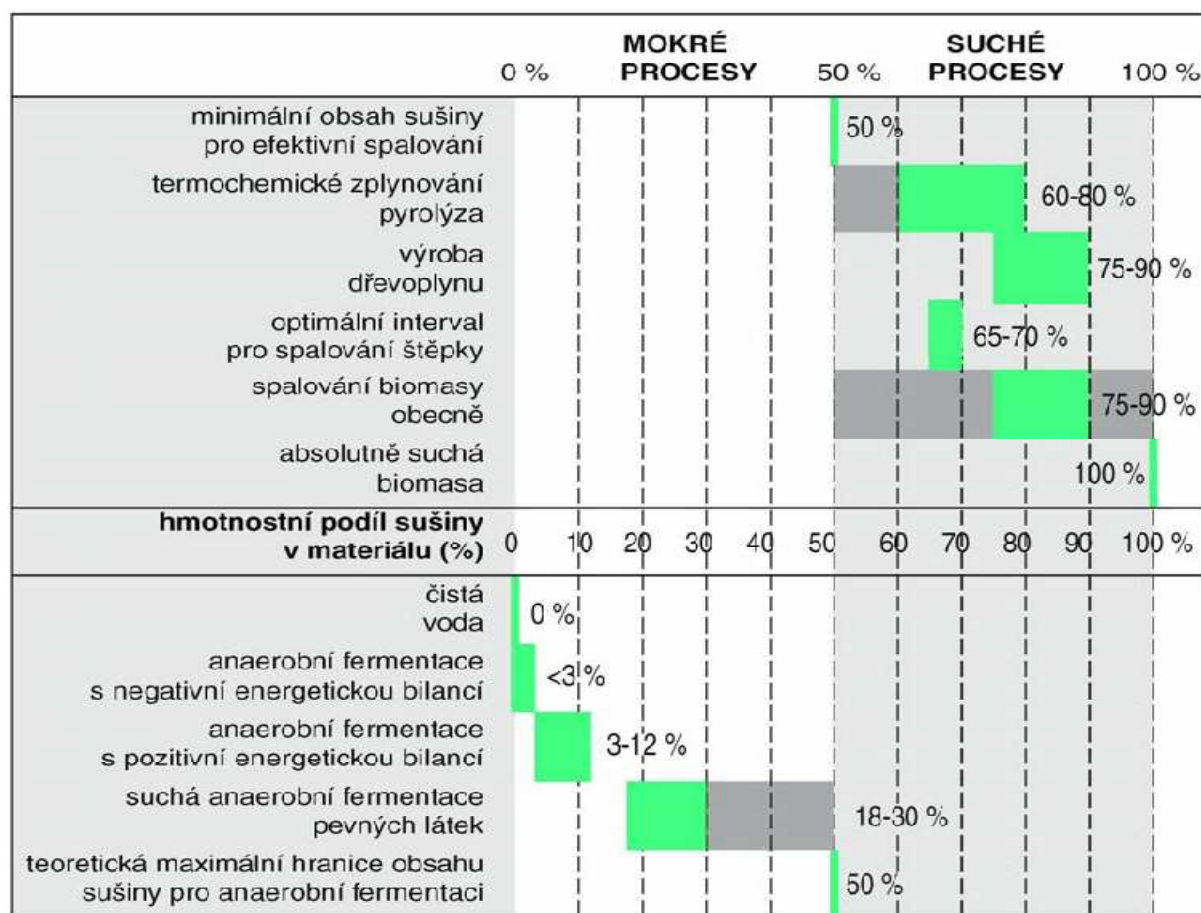


Příloha č. : Schéma fermentační stanice v Třeboni.



90

Příloha č. 3: Přehled hodnot při procesu „mokrý“ a „suchý“ fermentace



Zdroj: Výstavba komunálních bioplynových stanic s využitím BRKO